

OBJETIVOS DE  
DESENVOLVIMENTO  
SUSTENTÁVEL



# Zoneamento Pedoclimático para a Seringueira no Estado do Acre

Eufran Ferreira do Amaral  
Rivaldalve Coelho Gonçalves  
Editores Técnicos

**Embrapa**







***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Acre  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

# **Zoneamento Pedoclimático para a Seringueira no Estado do Acre**

**Eufran Ferreira do Amaral  
Rivadalve Coelho Gonçalves  
Editores Técnicos**

***Embrapa  
Brasília, DF  
2021***



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Acre**  
Rodovia BR-364, km 14,  
sentido Rio Branco/Porto Velho  
Caixa Postal 321  
CEP 69900-970 Rio Branco, AC  
Fone: (68) 3212-3200  
Fax: (68) 3212-3285  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**  
Embrapa Acre

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Elias Melo de Miranda*

Secretária-executiva  
*Claudia Carvalho Sena*

Membros  
*Carlos Mauricio Soares de Andrade, Celso Luis Bergo,  
Evandro Orfanó Figueiredo, Rivaldalve Coelho Gonçalves,  
Rodrigo Souza Santos, Romeu de Carvalho Andrade Neto,  
Tadário Kamel de Oliveira, Tatiana de Campos,  
Virgínia de Souza Álvares*

Supervisão editorial e revisão de texto

*Claudia Carvalho Sena*

*Suely Moreira de Melo*

Normalização bibliográfica

*Renata do Carmo França Seabra*

Projeto gráfico e capa

*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

*Francisco Carlos da Rocha Gomes*

Diagramação

*Eric Chaves Vieira*

*Francisco Carlos da Rocha Gomes*

Foto da capa

*Rivaldalve Coelho Gonçalves*

**1ª edição**

1ª impressão (2021): 300 exemplares

#### **Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Acre

Amaral, Eufran Ferreira do.

Zoneamento pedoclimático para a seringueira no estado do Acre / Eufran  
Ferreira do Amaral, Rivaldalve Coelho Gonçalves, editores técnicos. – Brasília,  
DF : Embrapa, 2021.

244 p. : il. color.

ISBN 978-65-87380-26-1

1. Heveicultura – Acre. 2. Zoneamento pedoclimático – seringueira.  
3. Gonçalves, Rivaldalve Coelho. I. Título.

CDD (21. ed.) 633.8952098112

*Renata do Carmo França Seabra* (CRB-11/1044)

© Embrapa, 2021



# Autores

## **André Schatz Pellicciotti**

Engenheiro florestal, mestre em Ciência Florestal, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Rio Branco, AC

## **Antonio Willian Flores de Melo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências de Florestas Tropicais, professor da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, AC

## **Edson Alves de Araújo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, AC

## **Emanuel Ferreira do Amaral**

Engenheiro-agrônomo, especialista em Geoprocessamento, Rio Branco, AC

## **Eufran Ferreira do Amaral**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

## **Ivo Cairo Cabral Júnior**

Engenheiro-agrônomo, pesquisador da Plantações Michelin da Bahia Ltda., Igrapiúna, BA

## **João Batista Martiniano Pereira**

Engenheiro-agrônomo, mestre em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

## **João Luiz Lani**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG

## **João Paulo Santos Mastrangelo**

Engenheiro florestal, mestre em Desenvolvimento Regional, professor da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC

## **Lucieta Guerreiro Martorano**

Meteorologista e engenheira-agrônoma, doutora em Agrometeorologia/Modelagem, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental/Napt Médio Amazonas, Santarém, PA

## **Nilson Gomes Bardales**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, professor da Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC

## **Ricardo Brasil Corrêa da Cunha**

Engenheiro agrícola, mestre em Desenvolvimento de Tecnologia, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Rio Branco, AC

## **Rivaldalve Coelho Gonçalves**

Engenheiro florestal, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

## **Rogério Resende Martins Ferreira**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

## **Saulo Emilio Almeida Cardoso**

Biólogo, pesquisador da Plantações Michelin da Bahia Ltda., Igrapiúna, BA

## **Shyrlene Oliveira da Silva**

Engenheira-agrônoma, mestre em Produção Vegetal, Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Rio Branco, AC







Esta obra é dedicada a todas as pessoas que um dia trabalharam ou ainda trabalham e contribuem para viabilizar as florestas de seringueira, firmes no propósito de desenvolver e adquirir tecnologias com o objetivo de constituir fatores de produção para os agricultores e silvicultores.







Os autores agradecem a Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Acre, Unidades Descentralizadas da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; a Universidade Federal de Viçosa; a Universidade Federal do Acre; ao governo do estado do Acre, por meio da Secretaria de Estado de Produção e Agronegócio; e ao Banco Interamericano de Desenvolvimento.







# Apresentação

A seringueira é uma árvore da espécie *Hevea brasiliensis*, cultivada em vários países asiáticos, africanos e americanos para a extração da borracha natural e para a produção de madeira. A área plantada com essa espécie em todo o mundo é de aproximadamente 10 milhões de hectares, em empreendimentos de pequena escala até grandes fazendas de milhares de hectares. Devido às características peculiares da borracha natural, que apresenta alta elasticidade, resistência ao desgaste, impermeabilidade a líquidos e gases, resistência à deformação, plasticidade e compatibilidade com vários materiais, essa matéria-prima tem sido utilizada em mais de 40 mil produtos no mundo inteiro.

O interesse pela seringueira surgiu desvinculado de seu valor econômico. Descobriu-se inicialmente a borracha natural como um produto para a confecção de vários objetos de uso pelas primeiras nações da Amazônia e, posteriormente, com a descoberta da vulcanização, obteve-se a valoração econômica da borracha natural crua e sua classificação como matéria-prima. Na mensagem de Charles Marie de La Condamine à Academia de Ciências de Paris, feita em 1736, consta que o preparo de folhas defumadas, calçados, bolas, bolsas e outros objetos era conhecido pelos Omáguas, nação indígena peruana, bem como pelas primeiras nações indígenas do Pará no Brasil. A partir da descoberta da borracha natural como matéria-prima de vários produtos, sociedades inteiras se formaram em torno das riquezas geradas pela seringueira. Muito tempo depois, desenvolveu-se também o mercado de madeira serrada e painéis de seringueira que hoje representa um importante espaço econômico de valorização dessa árvore.

Apesar do aumento da área plantada para suprir a demanda por látex e borracha natural no Brasil, as importações desses produtos têm sido cada vez maiores devido ao aumento da demanda. Quando são analisados os dados de oferta e demanda de borracha natural dos últimos anos, o volume produzido de borracha é ligeiramente maior do que o volume consumido no mundo, indicando pouca margem de segurança quanto ao suprimento dessa matéria-prima, caso ocorra algum problema no suprimento da borracha sintética derivada de petróleo, por exemplo.

No Brasil, a defasagem é real e exorbitante. O consumo chega a 354 mil toneladas para uma produção de 139 mil toneladas, ou seja, são importados 60,8% da borracha utilizada no País. Dados oficiais de 2017 mostram que a área plantada de florestas de seringueira e em produção no País é de 154.002 ha, sendo 1.844 ha na região Norte, com a maior área localizada no Acre (762 ha). Dados preliminares e oficiais mostram que no estado do Acre foram produzidas 291 toneladas em 2017 em florestas plantadas de seringueira. Muitos desses plantios em produção foram estabelecidos há mais de 30 anos, mostrando que a seringueira pode ser cultivada nessa região para gerar renda, benefícios sociais e ambientais.



Não custa lembrar que o Brasil era o maior exportador de borracha natural de seringueira e perdeu esse protagonismo pela interrupção de política nacional de apoio à cadeia global de valor. A política da borracha natural existiu no Brasil com um organismo estatal federal para administrá-la, com importantes centros de pesquisa, inclusive da Embrapa, tendo êxito considerável na produção de tecnologias e suporte para fomento florestal. A meta principal dessa política era criar no País as florestas de seringueira para garantir o suprimento de matéria-prima às indústrias. No entanto, houve uma mudança de rumo, com a abertura do mercado para os importadores, que buscam a borracha em países que subsidiam significativamente a produção, controlam preços de venda, taxa cambial e custo de mão de obra.

O Brasil tem a oportunidade de se tornar autossuficiente em borracha natural e exportador de produtos industrializados com matéria-prima própria, além de exportar matéria-prima, utilizando sistema de produção otimizado, com certificação florestal e com estabilidade de preço e renda. Para tanto, é preciso ter políticas estatais e privadas ou mistas que deem o suporte para as pesquisas e para o fomento à produção de borracha e madeira, à certificação e comercialização. Nesse sentido, o zoneamento pedoclimático regional é fundamental para orientar as decisões estratégicas e o aprofundamento dos estudos de mapeamento de modo que as políticas setoriais possam ser executadas com conhecimento da variabilidade de solo e clima ao nível de propriedade. Esse conhecimento visa explicar a variação na produtividade dentro da fazenda e alocar as tecnologias certas para manejar a variabilidade de atributos químicos e físico-hídricos do solo para otimizar o uso de recursos financeiros. Na Amazônia também há áreas com período seco coincidente com a fenofase de caducifolismo natural das folhas da seringueira, o que somado às tecnologias de resistência e tolerância às doenças contribui para a melhor estratégia de cultivo dessa importante árvore para o País.

Esta publicação está de acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 1 (Erradicação da Pobreza), 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) e 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma coleção de 17 metas globais estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas e que tem o apoio da Embrapa para que sejam atingidas.

*Eufran Ferreira do Amaral*  
Chefe-Geral da Embrapa Acre

*Edivan Maciel de Azevedo*  
Secretário de Estado de Produção e Agronegócio

# Prefácio I

É uma honra e um privilégio poder passar minha opinião sobre mais esta publicação da Embrapa, tanto na condição de engenheiro florestal como também na de cidadão e gestor público.

Primeiramente quero registrar que toda a produção agropecuária e a atividade agrícola do Brasil devem muito a Embrapa. De fato, é uma instituição de excelência, que trouxe e traz resultados extraordinários que ajudam a sustentar e subsidiar a economia brasileira. Isso vem de um resultado de anos de associação entre a ciência, o conhecimento e as pessoas que trabalham e produzem.

Esta publicação trata da *Hevea brasiliensis*, uma espécie florestal que é cheia de simbolismo e será um instrumento poderoso porque vem do conhecimento e experiência que a Embrapa adquiriu ao longo de décadas. É simplificado, prático e carrega também toda a evolução que o conhecimento e a ciência vindos das universidades e dos centros de pesquisa acumularam. Traz também a vivência da Embrapa no contato direto com o produtor.

No caso do estado do Acre, nós fomos o maior produtor de látex no auge da economia da borracha na Amazônia. O surgimento do Acre, inclusive, ocorreu devido à busca por essa árvore e foi assim que passamos a existir como território brasileiro. O estado ajudou muito a produzir riquezas para o Amazonas e sua capital Manaus, centro comercial importante na época para o Brasil e o mundo.

Falo sempre que nós trabalhamos com mais intensidade e em períodos diferentes com basicamente duas espécies florestais: a seringueira e a castanheira.

Hoje com as técnicas de manejo e uso múltiplo da floresta, acredito que o Acre só voltará a dar certo e se firmar como uma economia pujante, sustentável, com qualidade de vida para o seu povo e com diversidade na sua atividade produtiva quando nos voltarmos para nossas origens e as florestas voltarem a ser valorizadas. A economia florestal tem que ser uma parte importante do conjunto econômico de produção do Acre.

Meu trabalho de conclusão de curso foi sobre o Probor, programa de incentivo à plantação de seringueira no final da década de 1970. Era um programa extraordinário, que lamentavelmente se perdeu na execução e com sérios problemas de gestão. Estive na Malásia e vi de perto os avanços que o país obteve quando teve acesso às sementes de seringueiras que foram levadas daqui no século passado, e nós que somos centro de origem dessa espécie não conseguimos agregar as técnicas e os conhecimentos para políticas públicas no plantio de seringueiras como deveríamos ter feito. As tentativas foram muitas, mas na época não possuíamos o conhecimento técnico-científico que temos hoje.



Queria então, além de valorizar esta publicação, constatar que na hora em que tivermos um posicionamento político com políticas acertadas, recursos e fortalecimento no setor florestal aliado ao vasto conhecimento e equipe técnica extraordinária que a Embrapa possui, poderemos nos apresentar com um diferencial e um destaque para o mundo sem igual, seja do ponto de vista econômico, de ocupação territorial e em sintonia com a economia de baixo carbono já pregada e implementada em diversos países, fazendo com que a área de floresta brasileira, que hoje gira em torno de 9 milhões de hectares, possa se multiplicar.

Tenho esse sonho porque penso do ponto de vista do meio ambiente, do clima, do enfrentamento das mudanças climáticas e também do ponto de vista econômico. No Acre, por exemplo, as tentativas de políticas de implantação de florestas plantadas ainda são muito incipientes, e essa é uma das grandes e principais prioridades que precisamos ter nos próximos anos e décadas.

Queria mais uma vez cumprimentar e parabenizar todos que trabalharam na elaboração desta publicação e finalizar dizendo que para crescermos, certamente precisamos ter políticas públicas voltadas para o setor, precisamos ter nossas florestas manejadas e plantadas, e ter a Embrapa como aliada já é um grande passo para que isso se torne realidade. Estou certo de que esta publicação será muito útil para os produtores e marca o início dessa nova história.

*Jorge Ney Viana Macedo Neves*

Engenheiro Florestal

Ex-Governador do Estado do Acre (1999–2006)

Ex-Senador da República Federativa do Brasil (2011–2019)

## Prefácio II

Em toda e qualquer bibliografia sobre a constituição histórica do estado do Acre, seja na trilogia *Formação histórica do Acre*, de Leandro Tocantins, ou do ponto de vista boliviano no livro *La dramática desmembración del Acre*, de Hernán Messuti Ribera, no romance espanhol *La estrella solitaria*, de Alfonso Domingo, que narra a saga de Luis Galvez Rodrigues y Arias, ou, ainda, na minissérie *Amazônia – de Galvez a Chico Mendes* exibida na televisão, um tema é recorrente: a seringueira e a importância social, econômica, cultural, ambiental e política de seus usos para o desenvolvimento do Acre, da região Amazônica e do Brasil.

Para quem nasceu no Seringal Palmari, em Xapuri, nas barrancas do Rio Acre e somente veio conhecer uma cidade após os 9 anos de idade, não é possível apagar da memória o impacto da seringueira no modo de vida de todo e qualquer amazônida, seja qual for sua perspectiva de desenvolvimento para a região. É com esse sentimento que me sinto lisonjeado pelo convite recebido para prefaciar esta importante contribuição para o fortalecimento da cultura da seringueira e seus múltiplos usos.

O desenvolvimento do setor rural do Acre foi, desde seu início, no final do século XIX, baseado no extrativismo de produtos florestais, principalmente da borracha (*Hevea brasiliensis*) e em segundo plano da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), via exploração dos seringais nativos, além de uma incipiente agricultura de subsistência realizada de forma itinerante. Nas décadas de 1970–1980, o quadro muda com a apropriação especulativa das terras, que dá lugar à pecuária extensiva e, com isso, acontecem profundas transformações socioeconômicas, com reflexos nas relações sociais, ocorrendo a destruição das florestas e o uso inadequado dos recursos naturais. Tudo isso patrocinado por políticas públicas que ofereciam subsídios e incentivos para quem quisesse produzir na Amazônia, desde que tivesse capital. Só em período mais recente, a partir do final dos anos de 1990, é que surgem políticas públicas que visam integrar as comunidades extrativistas ao contexto econômico, com a manutenção da estabilidade dos ecossistemas agroflorestais, fazendo o extrativismo voltar a ser opção para uma política de desenvolvimento da região. Nesse contexto, a seringueira ganha novo impulso com a diversificação de seu cultivo, como no caso dos sistemas agroflorestais, agrossilvipastoris, ilhas de alta produtividade (IAP), integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), entre outros, assim como no potencial para sequestro de carbono (CO<sub>2</sub>), além de seus usos em múltiplos produtos.

Este livro, organizado por Eufran Ferreira do Amaral e Rivaldalve Coelho Gonçalves, com a colaboração de demais autores em seus sete capítulos, leva-nos a entender e compreender muito mais que o zoneamento pedoclimático da seringueira em terras acreanas como sugere o título *Zoneamento pedoclimático para a seringueira no estado do Acre*. Na verdade, vai além e nos possibilita perceber de forma clara e inequívoca a importância passada, presente



e futura dessa árvore nativa de nossa floresta que, assim como no passado, continua ainda hoje a gerar oportunidades de desenvolvimento, com seu látex expandindo cada vez mais uma gama de usos na sociedade.

A contextualização histórica feita neste livro mostra que, desde os primeiros passos no processo de vulcanização, a produção inicial da borracha natural fez do Brasil e da Amazônia os grandes produtores mundiais. Posteriormente, com a domesticação da seringueira ocorrida na Ásia pelos britânicos, esse protagonismo é perdido. Mais recentemente, as contribuições de diversos pesquisadores e iniciativas particulares e/ou governamentais para o desenvolvimento do cultivo da seringueira no mundo e, em particular, no Brasil, permitem inferir que nosso país detém tecnologias, terras, capital e mão de obra para se tornar autossuficiente em látex, borracha natural nas diferentes formas tecnicamente especificadas e em produtos industriais que utilizam essa matéria-prima. Nessa direção, os autores concluem, por exemplo, que florestas plantadas de seringueira devem ser manejadas para a colheita de madeira ao final do ciclo de exploração da borracha, uma vez que a árvore de seringueira é essencialmente de uso múltiplo e apresenta madeira de ótima qualidade quando tratada, tal como ocorre com muitas outras espécies de árvores.

Daí a importância deste livro que, como bem frisam os autores, trata do zoneamento pedoclimático como uma forma de “reapresentar” a seringueira para os acreanos, oferecendo informações técnico-científicas aos diversos agentes governamentais e econômicos para o planejamento da assistência técnica e a elaboração de políticas públicas. Nesse sentido, o objetivo do zoneamento pedoclimático é facilitar não só o acesso a um conjunto de dados multitemático e multiescalar que podem sustentar a tomada de decisões em diversas áreas, como também nas palavras dos próprios autores “contribuir com o aumento da renda da produção e a melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais, por meio do uso de áreas já desmatadas e da promoção do desenvolvimento sustentável, considerando a diversidade sistêmica e de ocupação do estado do Acre”.

Portanto, ao nos debruçarmos sobre esta obra, temos a oportunidade ímpar de conhecer e aprender as lições necessárias para a implantação de políticas públicas que alavanquem o desenvolvimento do Acre, para além de aspectos meramente econômicos, dentro de uma perspectiva de inclusão socioprodutiva e bem-estar social.

Boa leitura!

*Nilton Luiz Cosson Mota*

Mestre em Extensão e Desenvolvimento

Ex-Secretário de Extensão Agroflorestal e Produção Familiar do Estado Acre (2007–2010)



# Sumário

<b>Introdução .....</b>	<b>19</b>
<b>Referências .....</b>	<b>23</b>
 <b>Capítulo 1 – Produção de Borracha Natural de Seringueira: Histórico e Caminho a Seguir .....</b>	 <b>27</b>
Introdução.....	29
Primeiros problemas de pesquisa e primeiras patentes.....	30
Da produção inicial de borracha natural à domesticação da seringueira.....	32
Produção de borracha natural no Acre.....	36
Domesticação da seringueira no Brasil.....	40
Contribuições da Bahia para a heveicultura nacional .....	45
Contribuições da Michelin para a heveicultura nacional .....	46
Contribuições de São Paulo para a heveicultura nacional .....	50
Nova fase da pesquisa com seringueira no Brasil .....	52
Biodiversidade da seringueira conservada como ativo financeiro .....	54
Considerações finais .....	56
Referências .....	57
 <b>Capítulo 2 – Origem, Formação e Diversidade dos Solos do Acre .....</b>	 <b>61</b>
Introdução.....	63
Material e métodos .....	64
Análises físico-químicas.....	66
Análises mineralógicas.....	67
Banco de dados pedológicos .....	67
Resultados e discussão.....	68
Gênese da bacia e evolução dos solos.....	68
Clima .....	76
Material de origem.....	80
Relevo .....	88
Organismos vivos.....	91

Tempo.....	92
Pedopaisagem .....	94
Considerações finais .....	97
Referências .....	98
<b>Capítulo 3 – Clima do Acre e Cultivo da Seringueira.....</b>	<b>103</b>
Introdução.....	105
Metodologia adotada .....	107
Resultados.....	109
Zoneamento climático para o cultivo da seringueira .....	109
Zoneamento do risco do mal das folhas .....	119
Zoneamento climático para a heveicultura.....	127
Considerações finais .....	129
Referências .....	129
<b>Capítulo 4 – Solos e Aptidão Pedoclimática para o Cultivo da Seringueira no Acre..</b>	<b>133</b>
Introdução.....	135
Metodologia adotada .....	136
Resultados.....	140
Aspectos de morfologia.....	140
Aspectos de fertilidade .....	144
Aspectos de mineralogia .....	149
Aspectos de matéria orgânica.....	151
Aptidão pedológica no nível de manejo simples .....	154
Aptidão pedológica no nível de manejo regular .....	160
Aptidão pedológica no nível de manejo avançado.....	160
Considerações finais .....	170
Referências .....	170
<b>Capítulo 5 – Nutrição e Adubação da Seringueira no Acre .....</b>	<b>173</b>
Introdução.....	175
Sintomas de deficiência.....	177
Análise foliar .....	178
Adubação do viveiro .....	181



Adubação de muda de raiz nua .....	181
Adubação de mudas em sacolas plásticas .....	181
Adubação da fase de formação do seringal .....	182
Adubação na fase de sangria .....	182
Considerações finais .....	183
Referências .....	183

## **Capítulo 6 – Performance Relativa de Florestas Plantadas de Seringueira no Acre.. 185**

Introdução.....	187
Política de valorização do ativo ambiental florestal do Acre.....	188
Método do trabalho.....	189
Mecanização agrícola .....	190
Produção e entrega de mudas de seringueira .....	193
Seleção de áreas e inventário florestal .....	195
Resultados.....	199
Considerações finais .....	204
Referências .....	205

## **Capítulo 7 – Zoneamento Pedoclimático da Seringueira no Acre ..... 207**

Introdução.....	209
Material e métodos .....	211
Resultados e discussão.....	214
Considerações finais .....	241
Referências .....	242







## Introdução

A seringueira é a segunda árvore mais plantada no mundo, com aproximadamente 10 milhões de hectares, distribuídos na Tailândia, Indonésia, Malásia, Índia, China, Vietnã, Costa do Marfim, Libéria, Sri-Lanka, Brasil, Filipinas, Camarões, Nigéria, Camboja, Guatemala, Myanmar, Gana, Congo, Gabão e Papua Nova Guiné. A razão por tão expressiva área cultivada é que não há um polímero sintético ou natural de menor custo financeiro e ambiental que apresente todas as características daquele encontrado na borracha natural de seringueira.

A importância da borracha natural de seringueira pode ser percebida pela classificação desse produto como matéria-prima crítica pela União Europeia com base no risco de escassez de oferta (European Commission, 2017), bem como, pelo reconhecimento de que é utilizada em mais de 40 mil produtos no mundo (Gasparotto; Pereira, 2012).

A execução de projetos de reflorestamento com essa espécie baseia-se nas tecnologias geradas por meio do melhoramento genético com aplicação da técnica de clonagem das árvores superiores quanto ao desempenho silvicultural e produtivo de borracha. A vantagem de utilizar plantas clonais em vez de plantas de sementes não melhoradas é que um clone é um indivíduo idêntico à árvore matriz e é mais rápido de ser obtido. Portanto, ao clonar uma árvore produtiva e conhecer a adaptabilidade e a estabilidade do clone na região, bem como, a sua resistência genética às doenças e pragas, tem-se maior segurança na decisão de uso da tecnologia para o plantio.

Contudo, a grande maioria das árvores clonais é verdadeiramente de duas partes, ou seja, a parte inferior que compõe as raízes e o colo é de uma planta por semente e a parte superior que compõe o caule e a copa é um clone propriamente dito. Essa estratégia de planta bicomposta possibilita ter na floresta plantada ampla variabilidade genética na base das plantas que, combinada com clones de alta compatibilidade vegetativa, pode representar alguma vantagem em relação às florestas de clones puros, pensadas para o futuro.

No entanto, a variabilidade genética dos porta-enxertos desprovidos de resistência genética a doenças ou pragas não é suficiente para dar sustentabilidade e viabilidade ao sistema de produção. O ataque de nematoides nas raízes das florestas comerciais de seringueira estabelecidas com plantas bicompostas no centro-sul do Brasil mostra que a variabilidade genética por si só não constitui o fator principal para a estabilidade do sistema de produção. Além desse fato, a variabilidade genética no porta-enxerto causa uma desuniformidade intraclonal quanto ao vigor de crescimento e produção.

Do ponto de vista prático, o uso de clones puros de alto desempenho silvicultural com resistência a doenças e pragas constitui a melhor estratégia de melhoramento genético, por reduzir o descarte de genótipos promissores devido à incompatibilidade com porta-enxertos e permitir o cultivo de florestas de seringueira com elevado estande de árvores homogêneas, otimizando a aplicação de recursos financeiros.

Para atender a demanda crescente das indústrias de pneus, as florestas plantadas de seringueira deverão expandir entre 4,3 e 8 milhões de hectares em uma década (Warren-Thomas et al., 2015), o que requer das empresas e das instituições com governança grande senso de responsabilidade para proteger os ecossistemas nativos com seu estoque de carbono, biodiversidade e outros serviços ecossistêmicos.

Em uma abordagem puramente mercantilista, nos casos em que a legislação brasileira permite o desmatamento, a concepção de um modelo de negócio que possibilite o aumento da produção de borracha natural de seringueira evitando o desmatamento na propriedade requer a quantificação adequada do custo de conservação do ecossistema florestal nativo na área. Em outras palavras, deve-se quantificar qual o custo total da renúncia da colheita florestal na floresta nativa sobre a terra, além do custo de renúncia das colheitas futuras do plantio que seria estabelecido na área.

Por outro lado, um ecossistema florestal nativo com toda sua biodiversidade, ciclo hidrológico e beleza natural, coevoluída em milhares de anos, não deve ser categorizado como ativo financeiro para cálculos de viabilidade de projetos transitórios, a exemplo de reflorestamentos. O melhor para o planeta é buscar, sempre, as áreas desmatadas nos diferentes países que apresentam clima e solo apropriados para o cultivo da seringueira de modo a ter um saldo positivo para os vetores econômicos, sociais e ambientais.

Ao se estabelecer uma floresta de seringueira em uma área de pastagem degradada, por exemplo, o primeiro impacto positivo é a circulação de recursos financeiros no comércio a partir da remuneração dos trabalhadores e produtores ocupados na coleta de sementes, na produção das mudas, no preparo da terra, no plantio e na condução da floresta. O impacto ambiental positivo é percebido pela formação do nicho ecológico utilizado para a nidificação das aves, sombreamento da área, aumento da quantidade de carbono fixado na biomassa e no solo, proteção do solo contra a erosão e conservação da água doce.

O Brasil dispõe de considerável quantidade de terras desmatadas em regiões com clima e solo apropriados para serem utilizadas no cultivo de florestas, sem a necessidade de novos desmatamentos. Além dessa disponibilidade de terras, há uma legislação favorável, que foi concebida para garantir que as florestas estejam presentes em 80% da área em cada propriedade no bioma Amazônia.



Ao reunir os fatores terra, solo, recurso genético, clima, legislação favorável, pessoas capacitadas, tecnologias, estratégia comercial e projeto político estatal ou privado, forma-se a oportunidade de estabelecimento e exploração de florestas de seringueira como fator de produção e geração de riqueza, que deve ser aproveitada pela geração atual e futura.

O zoneamento pedoclimático é uma tecnologia de mapeamento do espaço geográfico quanto ao clima e aos tipos de solo, os quais formam os principais fatores na definição da aptidão da região para cada cultura. Outra aplicação dessa tecnologia é no zoneamento agrícola de riscos climáticos – Zarc (Assad et al., 2008). O uso dessa tecnologia possibilitou uma economia de 16,8 bilhões de reais para o Brasil em 2018 (Embrapa, 2019).

Para o Acre, encontram-se publicados o zoneamento agroclimático para a cultura da cana-de-açúcar (Bardales et al., 2011) e o zoneamento edafoclimático do cafeeiro Canéfora (Bardales et al., 2018). O trabalho de zoneamento pedoclimático, reunindo as informações do clima e do tipo de solo, combinado com as exigências da cultura da seringueira e com as classes de risco de ocorrência da doença mal das folhas, encontra-se nesta obra.

A tecnologia de zoneamento agroclimático, no formato de cartas geográficas, permite ao produtor florestal ou agrícola aproveitar melhor o potencial genético das plantas, o solo e o clima que ocorrem no local, além de indicar a época apropriada para plantio com redução de riscos de dano econômico e ambiental, a exemplo de epidemias de doenças pela escolha de material genético muito suscetível, ou a erosão hídrica do solo pela escolha de locais com relevo fortemente ondulado.

Portanto, o zoneamento pedoclimático é um fator de ganho de produtividade e de redução de riscos dos empreendimentos das políticas públicas e privadas, porque permite ao produtor alocar as plantas certas no local certo de modo a produzir mais e por mais tempo em cada ciclo de produção, conservando recursos naturais e melhorando as condições socioeconômicas.

Os trabalhos de zoneamento climático para o cultivo de plantas são realizados a partir de cartas geográficas, considerando as exigências climáticas e as condições favoráveis às doenças e pragas que atacam a cultura (Camargo et al., 1975), sendo denominados de carta de aptidão agroclimática. A primeira carta de aptidão agroclimática para a seringueira no Brasil, no entanto, baseou-se no balanço hídrico de Thornthwaite e não considerou a doença mal das folhas da seringueira (Camargo, 1959). Essa carta, denominada Carta de 1958, considerava as condições térmicas e hídricas da região de ocorrência natural de *Hevea brasiliensis* na Amazônia e regiões de cultivo comercial na Ásia (Camargo; Camargo, 2008).

A seringueira se desenvolve e produz satisfatoriamente bem entre 20 °C e 30 °C, mas temperaturas acima de 35 °C podem causar redução da taxa de fotossíntese, escaldadura e lesões no caule (Bastos, 2003). As árvores toleram considerável déficit hídrico anual e convivem com uma amplitude de precipitação pluviométrica que varia de 1.500 mm a 3.700 mm anuais em ambientes naturais e em florestas comerciais. Para o cultivo da seringueira, a temperatura média anual (Ta) deve ser superior a 18 °C e a temperatura média do mês mais frio (Tf) maior que 15 °C (Camargo et al., 2003), condições existentes no Acre.

A umidade relativa do ar elevada acima de 70% é muito importante para a produção do látex (Bastos, 2003), contudo, em locais onde ocorre o fungo *Pseudocercospora ulei* (Henn.) Hora Júnior & Mizubuti (basionímia: *Microcyclus ulei* (Henn.) Arx, in Müller & Arx) (Hora Júnior et al., 2014), a interação do patógeno com o hospedeiro e com o meio ambiente resulta em considerável variabilidade da doença.

Em Ituberá na Bahia e em Pindamonhangaba, São Paulo, a umidade relativa do ar maior ou igual a 95% em temperaturas maiores que 20 °C favorece a doença mal das folhas, desde que este binômio UR x T permaneça por no mínimo 10 horas consecutivas por dia, durante 12 noites por mês (Camargo et al., 1967). Nessas condições, há alto risco de epidemias severas naqueles locais, se as plantas estiverem com folhas novas, com menos de 12 dias de idade.

Gasparotto et al. (1988) desenvolveram e selecionaram três equações para o cálculo do índice de severidade do mal das folhas (ISMF), em regiões classificadas como escape em zoneamento amplo. A Equação 9 considerando a umidade relativa e a temperatura do local é a seguinte:  $Y = 4,84183 - 0,946053 * NDUR6 + 0,752721 * T1 + 0,0610182 * (NDUR6)^2 - 0,0548846 * (T1)^2$ , ( $R^2 = 0,8973$ ,  $EPR = 0,6501$ ), em que NDUR6 é o número de dias por mês com pelo menos 6 horas consecutivas com umidade relativa do ar (UR) maior ou igual a 90% e T1 é o número de dias com temperatura menor ou igual a 20 °C (Gasparotto, 1988). Equações como essa são fundamentais para corrigir o vetor de zoneamento de risco do mal das folhas que compõe o zoneamento arboclimático amplo para a heveicultura.

A 24 °C são necessárias 16 horas de molhamento foliar para haver infecção em folíolos do clone RRIM 600 (Gasparotto, 1988), mas folhas de clones suscetíveis de *Hevea brasiliensis* (Willd ex. A. Juss) Muel. Arg. com mais de 12 dias de idade são resistentes à doença mal das folhas. Árvores suscetíveis de *Hevea* spp. tornam-se completamente resistentes ao mal das folhas quando as folhas atingem o estágio fenológico D (Lieberei, 2007). Mais de 80% das florestas de seringueira em São Paulo são com o clone RRIM600 (Gonçalves, 2019) e mais de 90% das florestas brasileiras de seringueira são com clones asiáticos, sem resistência a *Pseudocercospora ulei*.



Em área escape no Brasil, o fungo *Erysiphe polygonii* DC, causador da doença oídio ou míldio-pulverulento, mais o inseto-praga *Leptopharsa heveae* Drake & Poor (Hemiptera: Tingidae), percevejo-de-renda, causam desfolhas em árvores de clones asiáticos durante o período desfavorável ao mal das folhas. As árvores restabelecem a folhagem nova em época com clima mais úmido e de maior temperatura, quando então o fungo *Pseudocercospora ulei* inicia o ataque das plantas.

Camargo et al. (2003) elaboraram e publicaram o zoneamento climático para o cultivo de seringueira no Brasil, no qual as classes de aptidão são nomeadas, definidas em níveis de temperatura média anual (Ta), temperatura média do mês mais frio (Tf), déficit hídrico anual (Da) e caracterizadas quanto à ocorrência do mal das folhas da seringueira e indicação de tecnologias.

Nesse zoneamento, o Acre, grande parte dos estados de Mato Grosso, Rondônia, Amazonas, Pará e Maranhão aparecem como uma região não inapta ao cultivo de seringueira, desde que sejam utilizadas tecnologias de controle da doença (Gonçalves et al., 2013). A área mapeada apresenta condições térmicas e hídricas satisfatórias ao desenvolvimento vegetativo da seringueira, Tf acima de 20 °C e Da abaixo de 300 mm. Por se tratar de planta perene, a tecnologia mais apropriada para o cultivo da seringueira nesses locais é com planta resistente.

Os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo contam com estudos e zoneamento edafoclimático para o cultivo da seringueira (Naime et al., 2009, Ribeiro et al., 2011, Silva et al., 2013). No estudo realizado para o Espírito Santo, 27,5% do estado está plenamente apto ao cultivo da seringueira com baixo risco de ocorrência do mal das folhas (Silva et al., 2013) e no Rio de Janeiro 12,21% do estado se encontra em área classificada como preferencial. Esses mapas são referenciais importantes para estimular o fomento ao cultivo da seringueira, e com os testes clonais na propriedade se obtêm na prática as informações de desempenho silvicultural e produção.

## Referências

ASSAD, E. D.; MARIN, F. R.; PINTO, H. S.; JÚNIOR J. Z. Zoneamento agrícola de riscos climáticos do Brasil: base teórica, pesquisa e desenvolvimento. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 246, p. 47-60, set./out. 2008.

BARDALES, N. G.; PEREIRA, J. B. M.; DUARTE, A. F.; ARAÚJO, E. A. de; OLIVEIRA, T. K. de; LANI, J. L. **Zoneamento agroclimático para cultivo da cana-de-açúcar em três municípios da regional do Baixo Acre, estado do Acre, Brasil**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2011. 31 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 124).

BARDALES, N. G.; AMARAL, E. F. do; ARAÚJO, E. A. de; BERGO, C. L.; AMARAL, E. F. do. Zoneamento edafoclimático para o cultivo do café canéfora nas áreas desmatadas do Acre. In:

BERGO, C. L.; BARDALES, N. G. (ed.). **Zoneamento edafoclimático para o cultivo do café canéfora (*Coffea canephora*) no Acre**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p. 91-121.

BASTOS, T. X. Vocação climática da Amazônia brasileira para a cultura da seringueira. In: FRAZÃO, D. A. C.; CRUZ, E. de S.; VIEGAS, I. de J. M. (ed.). **Seringueira na Amazônia: situação atual e perspectivas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. p. 131-137.

CAMARGO, A. P. de. Possibilidades climáticas da cultura da seringueira em São Paulo. **O Agrônomo**, v. 11, p. 13-31, 1959.

CAMARGO, A. P. de; CARDOSO, R. M. G.; SCHMIDT, N. C. Comportamento e ecologia do “Mal-das-folhas” da seringueira nas condições climáticas do Planalto paulista. **Bragantia**, v. 26, p. 1-18, 1967.

CAMARGO, A. P. de; SCHMIDT, N. C.; CARDOSO, R. M. G. South American leaf blight epidemics and rubber phenology in Sao Paulo. In: INTERNATIONAL RUBBER CONFERENCE, 3., 1975, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: IRCO, 1975. p. 251-265.

CAMARGO, A. P. de; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P. de. **Zoneamento climático da Heveicultura no Brasil**. Campinas: EMBRAPA-CNPq, 2003. 19 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 24).

CAMARGO, A. P. de; CAMARGO, M. B. P. de. Aptidão climática da heveicultura no Brasil. In: ALVARENGA, A. P. de; CARMO, C. A. F. de S. (ed.). **Seringueira**. Viçosa: Epamig, 2008. p. 26-49.

EMBRAPA. **Zoneamento de risco climático fez Brasil economizar R\$ 16,8 bilhões em 2018**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/43962037/zoneamento-de-risco-climatico-fez-brasil-economizar-r-168-bilhoes-em-2018>. Acesso em: 24 jun. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. **Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU**. Brussels, 13 Sept. 2017. 8 p. Disponível em: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/EN/COM-2017-490-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF>. Acesso em: 24 jun. 2019.

GASPAROTTO, L.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; MAFFIA, L. A.; JUNQUEIRA, N. T. V. Equações de previsão de ocorrência do mal das folhas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 104, jul. 1988. Resumo apresentado no XXI Congresso Brasileiro de Fitopatologia.

GASPAROTTO, L. **Epidemiologia do mal das folhas (*Microcyclus ulei* (P. Henn.) v. Arx) da seringueira (*Hevea* spp.)**. 1988. 124 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitopatologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R. (ed.) **Doenças da seringueira no Brasil**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 255 p.

GONÇALVES, P. de S. **Razões pelas quais devemos evitar o plantio monoclonal da seringueira**. Disponível em: <http://www.apabor.org.br/sitio/artigos/pdf/20020919-1.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P. de; DUARTE, A. F.; BAYMA, M. M. A. **Manual de heveicultura para a região sudeste do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2013. 152 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 128).

HORA JÚNIOR, B. T. da; MACEDO, D. M. de; BARRETO, R. W.; EVANS, H. C.; MATTOS, C. R. R.; MAFFIA, L. A.; MIZUBUTI, E. S. G. Erasing the past: a new identity for the damoclean pathogen causing South American leaf blight of rubber. **PLoS ONE**, v. 9, n. 8, e104750, p. 1-12, 2014.

LIEBEREI, R. South American leaf blight of the rubber (*Hevea* spp.) tree: new steps in plant domestication using physiological techniques and molecular markers. **Annals of Botany**, v. 100, p. 1125-1142, 2007.

NAIME, U. J.; LUMBRERAS, J. F.; MOTTA, P. M. F. da; CARMO, C. A. F. de S. do; GONÇALVES, A. O.; FIDALGO, E. C. C.; ÁGLIO, M. L. D.; LIMA, J. A. de S. Zoneamento agroecológico da seringueira no estado do Rio de Janeiro. In: OLIVEIRA, A. B. de; CARMO, C. A. F. de S. do; CRUZ, R. B. da.



(coord.). **A cultura da seringueira no Estado do Rio de Janeiro: perspectivas e recomendações técnicas**. Niterói: Pesagro-Rio, 2009. p. 37-54.

RIBEIRO, I. O.; OLIVEIRA, F. B. de; OLIVEIRA, C. H. R. de; OLIVEIRA, L. T. Zoneamento agroclimático da seringueira para o estado do Espírito Santo aplicando a lógica Fuzzy. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** Santa Maria, RS: Inpe, 2011. p. 18-52.

SILVA, K. R. da; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; GARCIA, G. de O. Zoneamento edafoclimático para a cultura da seringueira no Espírito Santo. **Irriga**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2013.

WARREN-THOMAS, E.; DOLMAN, P. M.; EDWARDS, D. P. Increasing demand for natural rubber necessitates a robust sustainability initiative to mitigate impacts on tropical biodiversity. **Conservation Letters**, v. 8, n. 4, p. 230-241, 2015.





CAPÍTULO

1

## Produção de Borracha Natural de Seringueira: Histórico e Caminho a Seguir

Rivaldalve Coelho Gonçalves  
Saulo Emilio Almeida Cardoso  
Ivo Cairo Cabral Júnior



## Introdução

A seringueira é uma árvore da família Euphorbiaceae na qual estão 11 espécies só no gênero *Hevea*. A espécie mais produtiva em látex é *Hevea brasiliensis* (Willd. ex. ADR. de Juss.) Muell. - Arg., e árvores dessa espécie podem atingir 50 m de altura total e 1,50 m de diâmetro à altura do peito (DAP) (Gomes; Albuquerque, 2000).

O interesse pela seringueira surgiu inicialmente desvinculado de seu valor econômico, uma vez que a borracha natural foi descoberta a partir de vários objetos de uso pessoal das primeiras nações da Amazônia e, só posteriormente, com a vulcanização, obteve-se a valoração econômica da borracha natural crua e sua classificação como matéria-prima. Muito tempo depois, desenvolveu-se também o mercado de madeira serrada de seringueira que hoje representa um importante espaço econômico de valorização dessa árvore.

A descoberta da vulcanização representou um avanço significativo para a humanidade e pode-se dizer que é uma transformação química comparável a tão sonhada “fórmula” de transformar chumbo em ouro, pois a partir dessa descoberta sociedades inteiras se formaram em torno das riquezas geradas pela borracha natural.

Como se vê na mensagem de Charles Marie de La Condamine à Academia de Ciências de Paris, feita em 1736, o preparo de folhas defumadas, calçados, bolas, bolsas e outros objetos era conhecido pelos Omáguas, nação indígena peruana, bem como pelas primeiras nações indígenas do Pará. Em uma tradução livre, o relato pode ser assim descrito:

Muitos são os outros usos que desta resina fazem os Omáguas, no centro da América do Sul e que têm se espalhado pelos índios do Pará, onde os portugueses deram à árvore que a produz o nome de pau-seringa, porque dela se fabrica “jeringa” (=moringa), em forma de pequeno globo no qual se adapta uma cânula. Moldam também figuras de animais, bolas vazias e bolas maciças, adornadas de relevo e de diferentes maneiras, balões para licores, à semelhança das perras de couro para a chicha que em português se chama borracha, daí que na língua portuguesa se chama borracha o produto de *Hevea* ou seringueira, reservando o nome caucho para extrativos de outras árvores. Como os mexicanos, os Omáguas cobrem as suas telas com esta substância à semelhança dos encerados de hoje e preparam sapatos impermeáveis aos quais a defumação lhes dá o mesmo aspecto do couro. (La Condamine, 1736, tradução nossa).



## Primeiros problemas de pesquisa e primeiras patentes

Os primeiros problemas de pesquisa que surgiram foram aqueles relativos à transformação da borracha natural defumada em uma borracha com propriedades físicas e químicas apropriadas aos produtos industriais desejados na época da revolução industrial.

As tentativas de utilizar a borracha natural na fabricação de objetos para uso diário tinham como impedimento a alteração rápida nas propriedades físicas dos produtos. Portanto, estava claro para os cientistas da época o problema de pesquisa: a borracha natural de seringueira em condições de alta temperatura derrete e em baixa temperatura endurece ao ponto de inviabilizar seu uso. Além desse fato, os produtos da borracha natural sofrem a degradação microbiológica quando não devidamente tratados. Portanto, os cientistas iniciaram as investigações para atingir uma meta primária que era obter um produto com alta resistência às variações de temperatura e à degradação microbiológica. Em 15 de junho de 1844 foi concedida a Patente US3633, nos Estados Unidos da América, ao inventor da vulcanização, Charles N. Goodyear, que descreveu o processo em detalhes, incluindo proporções, preparo dos ingredientes, equipamento e método utilizado. Ele também resumiu seu invento da seguinte forma: “Inventei uma nova e útil maneira melhorada de preparar tecido de borracha natural”.

Tendo assim descrito completamente a natureza do processo pelo qual eu preparei o meu tecido de borracha melhorado, eu declaro que não reivindico agora a combinação de enxofre com a borracha, quer na proporção da sua designação ou em qualquer outra, tendo sido esta combinação objeto de uma patente concedida a mim em 24 de fevereiro de 1839. (Goodyear, 1844, tradução nossa).

A vulcanização em seu método primário é uma tecnologia bem distinta do tratamento que os índios faziam do látex com a fumaça (transformação do látex em borracha extremamente durável). Entretanto, é possível deduzir que a descoberta da vulcanização pode ter partido de ensaios que continham componentes normalmente encontrados na fumaça, a exemplo do enxofre, os quais eram misturados isoladamente ou em combinações ao látex em reações químicas com aquecimento progressivo até se descobrir a mistura perfeita e o tecido perfeito para as diferentes finalidades. Assim, estabeleceu-se um método factível para a indústria em grande escala vulcanizar a borracha, ao ponto de atender a qualidade dos produtos industriais desejados, de suportar alta pressão, alta tensão, plasticidade, altas e baixas temperaturas bem como a resistência à degradação microbiológica. Parte do processo de vulcanização original, portanto, foi definido pela mistura de látex + enxofre + carbonato de

chumbo ( $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ), naturalmente como hidrocerussita, sob aquecimento, até a obtenção da borracha resistente.

Superado o impedimento tecnológico para a fabricação de bens duráveis, transcorreu a fase de criação dos mais diferentes objetos para a composição de produtos utilizados por toda a humanidade, como, por exemplo, pneus, câmaras, autopeças, peças de eletrodomésticos, mangueiras, luvas, calçados, curativos, folha de isolamento, contraceptivos de barreira e outros. Deve-se reconhecer, no entanto, que o desenvolvimento de cada produto tecnológico que tem borracha natural em sua composição constitui trabalho oriundo sempre a partir de um problema de pesquisa a ser resolvido.

Vale registrar que a primeira patente de pneu foi concedida em 1891 a Edouard Michelin, na França, e ao mesmo detentor em 1893, nos EUA, no código US497453A. O pneu foi descrito à época como um produto composto de uma câmara de ar elástica, formada por um tubo completo envolto por uma capa protetora externa feita em camadas que, além de envolver a câmara de ar, formam a superfície de rolamento e fixam-se à roda por meio de suas bordas internas. Em 1888 o cirurgião veterinário de Belfast John Boyd Dunlop patenteou o pneu de bicicleta (Priyadarshan, 2011), e o pneu para diversos veículos foi patenteado em julho de 1894 também nos EUA sob o código US523270 por esse inventor, apesar da patente anterior. Desde então, a exemplo de outras grandes invenções da humanidade, o mundo nunca mais foi o mesmo e tornou-se dependente da borracha natural de seringueira. Apesar de parecer uma tecnologia simples, fácil de inventar e desprovida de qualquer possibilidade de evolução, o pneu ainda hoje continua a ser modificado em sua forma e composição para se adequar a diferentes situações de mercado definidas por critérios de sustentabilidade ambiental, social e econômica.

Os demais problemas de pesquisa surgiram primeiramente no Sudeste Asiático, para onde a seringueira foi levada em 1875 e os pesquisadores procuraram entender as técnicas apropriadas para o cultivo da seringueira. Entre essas técnicas foram observados como deveria ser realizada a domesticação da espécie, a tecnologia a ser utilizada para a sangria das árvores, o espaçamento entre as árvores na floresta plantada, a combinação de fertilizantes e época de aplicação, como controlar as doenças das árvores e outros. Nenhuma patente foi oriunda desses conhecimentos, processos e tecnologias, e ainda é relativamente baixa a frequência de proteção do conhecimento e de tecnologias empregadas no setor primário da economia, embora seja o que sustente em grande parte direta e/ou indiretamente o setor secundário e o terciário da economia mundial. No contexto de proteção de cultivares de seringueira, no entanto, é importante ter tecnologias sem proteção e de domínio público imediato, de modo a compensar, mesmo que parcialmente, as vantagens financeiras de outras cadeias de valor industrial e do setor terciário. Paralelamente ao mercado de tecnologias

livres, devem-se também proteger alguns clones para a arrecadação de recursos destinados a pagar parte dos investimentos feitos na pesquisa científica.

## Da produção inicial de borracha natural à domesticação da seringueira

No Continente Americano, grande parte da borracha natural era obtida de seringueira e uma pequena parte era coletada de caucho (*Castilla elastica* C. C. Berg ou *Castilla ulei* Warb.), árvores presentes em floresta primária na Amazônia, à exceção de *C. elastica* existente na América Central.

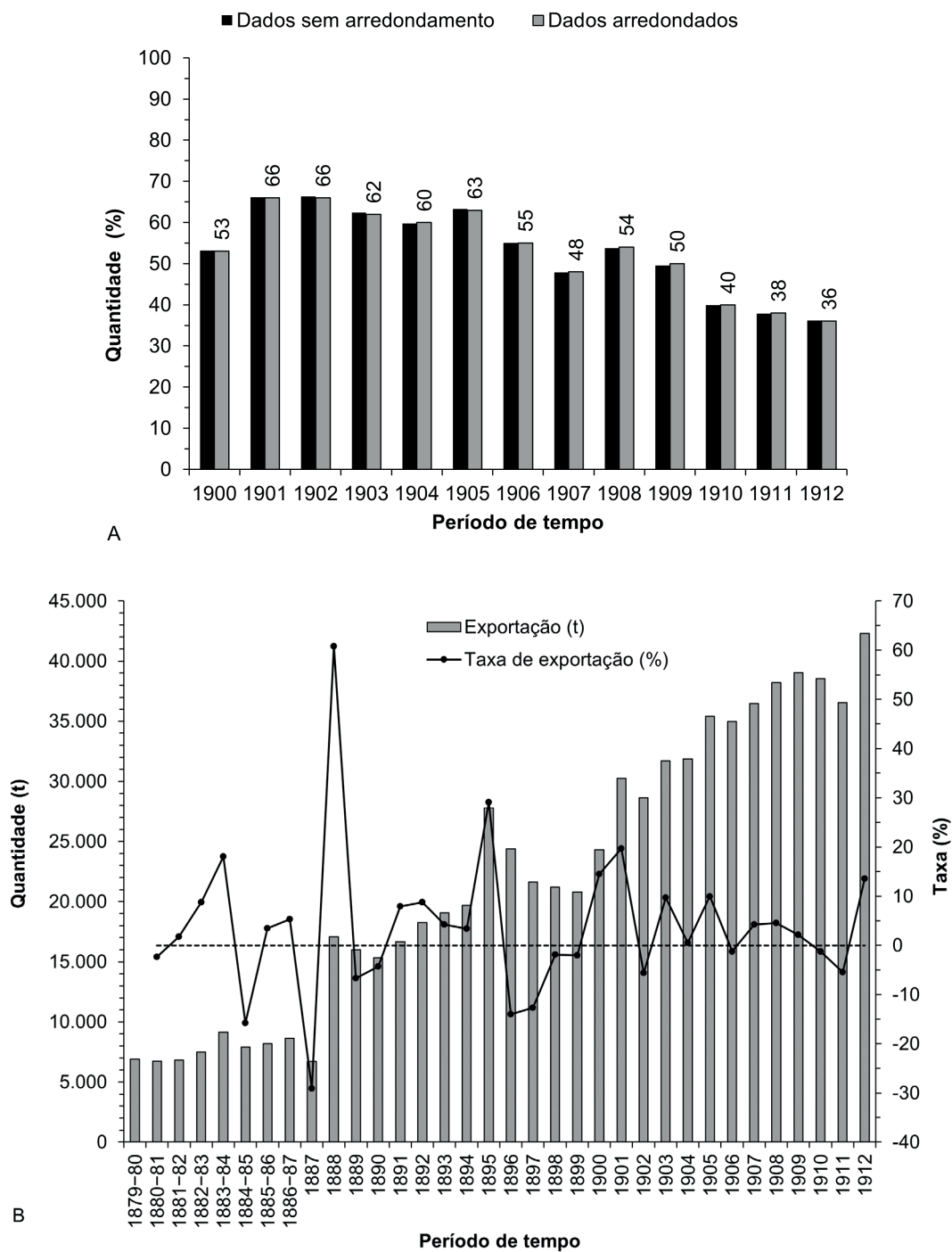
Para abastecer a ávida indústria de produtos que utilizava a borracha natural de seringueira como matéria-prima, um grande esforço de exploração foi empreendido nas florestas da Bacia Amazônica enquanto não se tinha a domesticação da espécie florestal para romper com a inelasticidade da oferta do produto oriundo de extrativismo. Ao tempo da viabilidade econômica da borracha natural de seringueira em floresta primária, um intenso esforço de ocupação e colonização humana da região Amazônica foi dispendido pelas populações dos países detentores do germoplasma nativo (Pando, 2013), havendo inclusive forte disputa territorial intra e entre países nos locais de maior produtividade.

A borracha era produzida em países como o Brasil, Bolívia, Peru, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana, Suriname e Guiana Francesa (Pando, 2013). Contudo, houve relativo desenvolvimento das cidades localizadas na frente de exploração da borracha natural, muito mais, no entanto, nas capitais do Amazonas (Manaus) e do Pará (Belém). Deve-se citar também o desenvolvimento da cidade de Ibéria, no Departamento Madre de Dios, Peru, onde a escultura “Shiringuero”, estabelecida na Praça de Armas, valoriza a importância do ofício de extração de látex e lembra o importante histórico dos trabalhadores da floresta. A cidade de Puerto Maldonado, capital do mesmo departamento e localizada na margem posterior do Rio Madre de Dios (Rio Madeira) sentido Rio Branco-Cusco, também se desenvolveu sobremaneira à época. Na Bolívia, desenvolveu-se a cidade de Cobija, capital do Departamento de Pando, onde se estabeleceu o limite da fronteira com o Brasil após a assinatura do Tratado de Petrópolis, vindo a constituir um importante centro comercial até a atualidade.



No primeiro ciclo econômico brasileiro da borracha natural (1879–1912), o Brasil fornecia ao mundo grande quantidade de borracha natural de seringueira utilizada pela humanidade devido à distribuição natural da espécie na Bacia Hidrográfica do Amazonas e à extensão territorial do País. Os dados de exportação de borracha natural a partir do Brasil mostram um ponto inicial de 31 t em 1827 e um pico de 42.286 t em 1912. A partir desse ano, a quantidade exportada é decrescente até atingir apenas 500 t em 1967, ano em que a produção mundial de borracha natural foi de 2.522.500 t (Homma, 1989). Ainda assim, de 1887 a 1917 a borracha natural de seringueira era o segundo produto da pauta de exportações brasileiras (Homma, 1989). Por outro lado, a importação de borracha natural sólida se inicia em 1951 com 5.498 t (Homma, 1989), atinge 243.708,248 t em 2008 (MDIC) e em 2019 alcança 225.362,340 t (Brasil, 2020). Na análise de dados dos últimos 13 anos do ciclo da borracha (1879–1912) pode-se observar que a participação do Brasil no mercado externo foi de 53% em 1900 a 36% em 1912, atingindo o pico de 66% em 1901 e 1902 (Figura 1A). Pode ser que em anos anteriores a esse período a participação da borracha brasileira no mercado global tenha sido maior que 66%, mas a informação precisa carece de dados registrados e acessíveis nesse momento. A quantidade de borracha natural exportada pelo Brasil a taxas variáveis foi crescente por 34 anos (Figura 1B) (Homma, 1989). Em 1905, 99,7% da borracha natural produzida no mundo era da Amazônia e, em 1922, apenas 6,9%, em empreendimentos falidos (Drummond, 2009).

Contudo, a alta demanda por borracha natural de seringueira colocou a humanidade diante do segundo grande problema de pesquisa: a domesticação da seringueira para cultivo em grande escala fora da Floresta Amazônica. O extrativismo em floresta primária apresenta diferentes fases, ou seja, a fase de início e crescimento ou expansão da produção, a fase de produção estabilizada por um tempo e a fase de declínio da produção (Homma, 1990). Esse conhecimento, associado ao potencial de enriquecimento com o controle da maior parte da oferta da matéria-prima, pode ter sido o fator principal para a missão de coleta do material genético de seringueira em 1875. Como se viu no caso da seringueira, por uma questão de lógica econômica, previsível, as diferentes fases do extrativismo em floresta primária devem ser acompanhadas do progresso tecnológico com a domesticação das espécies para evitar o esgotamento do recurso natural, suprir a demanda do mercado quase sempre maior que a oferta e trazer o desenvolvimento econômico.



**Figura 1.** Razão entre a quantidade de borracha natural exportada pelo Brasil e a produção mundial no período de 1900 a 1912 (A) e quantidade de borracha natural exportada pelo Brasil no período de 1879 a 1912 com a respectiva taxa de exportação (B).

Os dados do ano de 1887 referem-se ao segundo semestre.

Fonte: Homma (1989).

Naquela época do extrativismo da borracha natural na Amazônia, parte do Sudeste Asiático era de colônias dos ingleses, holandeses e franceses, de modo que a domesticação da seringueira foi vista como o grande passo estratégico a ser dado. Após duas tentativas frustradas de transferência de sementes de seringueira para o Jardim Botânico de Kew, por outras pessoas, o inglês Henry Alexander Wickham transportou em 1876, do porto de Santarém, PA, aproximadamente 70 mil sementes embaladas em cestas de taquara forradas com folhas de bananeira silvestre para Londres, onde 2.889 sementes germinaram, ou seja, 4% (Dean, 1989; Clément-Demange et al., 2000; Priyadarshan, 2011). Desse total, 1.911 plântulas saudáveis foram transferidas para Sri Lanka (antigo Ceilão) e Cingapura (Priyadarshan, 2011) onde se iniciou a domesticação da seringueira com considerável base genética, portanto. Soma-se a esse fato a coleta de milhares de plântulas de seringueira na região de Belém na época (Clément-Demange et al., 2000) que também foram enviadas para o Sudeste Asiático (Sri Lanka, Malásia e Java) após quarentena vegetal, para formar a coleção de germoplasma inicial a ser utilizada na constituição de recursos genéticos. A transferência das sementes para Londres foi realizada 30 anos antes da descrição do fungo *Pseudocercospora ulei*, o maior risco biológico da seringueira e, mesmo assim, foram empregadas as medidas de defesa vegetal para evitar a transferência do patógeno do mal das folhas da seringueira e dos patógenos de outras doenças junto com as plantas.

O método de quarentena vegetal no Jardim Botânico de Kew, em Londres, foi decisivo para evitar a introdução do fungo *Pseudocercospora ulei* no Sudeste Asiático, dado que essas sementes colhidas no Vale do Rio Tapajós, local de ocorrência de seringueiras muito suscetíveis à doença mal das folhas da seringueira, podiam conter o fungo e transmiti-lo às mudas. O fungo *Pseudocercospora ulei* foi observado e coletado em 1900 por Ernst Heinrich Georg Ule no Brasil e no Peru e descrito por Paul Christoph Hennings em 1904, sem que provavelmente ainda não fosse prevista a dimensão do risco biológico que representava.

Dada a grande importância da cultura para a humanidade, novas introduções de germoplasma foram realizadas na Malásia em 1951, 1952, 1966 e 1995 e uma coleta bem ampla coordenada pelo Institute of Rubber Research and Development Board (IRRDB) foi realizada em 1981 (Clément-Demange et al., 2000). Para a Costa do Marfim (África), as introduções de seringueira foram por meio de clones obtidos de árvores de floresta primária amostradas em projetos executados em 1974 e 1985 que contavam com a participação dos governos do Brasil e da França (Clément-Demange et al., 2000).



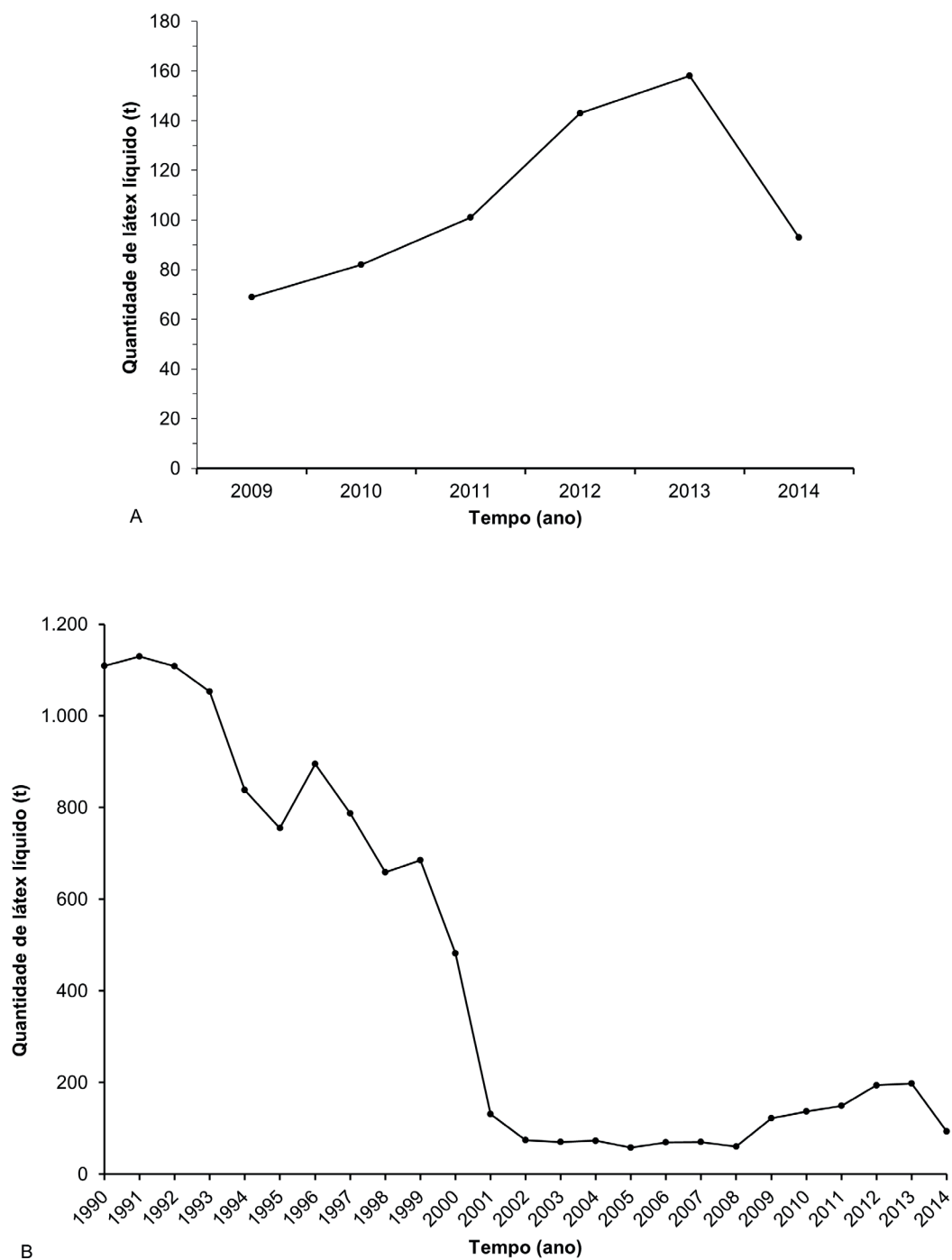
## Produção de borracha natural no Acre

A produção de borracha natural de seringueira a partir de floresta primária ainda continua a existir no Brasil e no Acre. A produção de látex líquido no sistema de produção de floresta primária está quantificada apenas a partir de 2009 no Acre (Figura 2A), com 69 mil quilogramas em 2009 e 93 mil quilogramas em 2014, enquanto a produção no Brasil é apresentada de 1990–2014 (Figura 2B).

A produção da borracha natural úmida (látex coagulado ou simplesmente coágulo) de seringueira em sistema de produção de floresta primária também apresenta uma taxa decrescente no Brasil, embora os dados do Acre mostrem taxa crescente de 2009 a 2014 decorrente da política pública de incentivo à produção com subvenção econômica. No Acre a produção que era de 11.844 t em 1990 foi para 177 t em 2014 (Figura 3A) e no Brasil a produção caiu de 22.896 t em 1990 para 1.446 t em 2014 (Figura 3B).

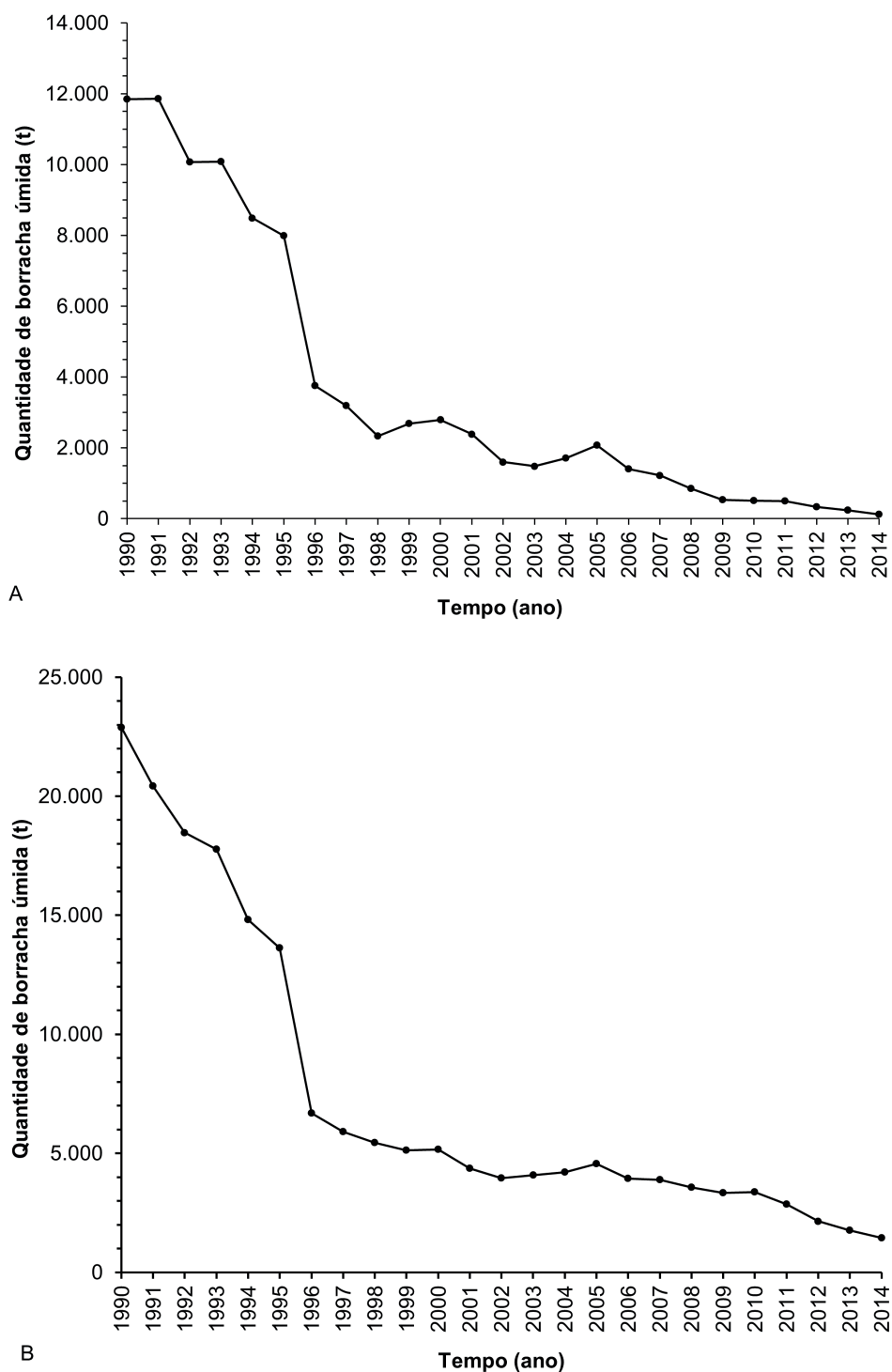
A produção brasileira total de 93 t de látex líquido mais 1.446 t de borracha úmida em floresta primária, em 2014, representa aproximadamente 803,6 t de borracha seca, produção correspondente a menos de 1.000 ha cultivados no Brasil, inclusive no Acre. A diminuição da exploração da borracha e do látex líquido na floresta primária é uma tendência histórica coincidente com o êxodo da floresta para as cidades por diversos motivos, entre eles, a diminuição de renda no sistema de produção em razão da baixa frequência de árvores por hectare. O incremento na produção de látex conservado em amônia foi uma resposta positiva no incentivo governamental que pagava a título de subvenção econômica diferentes valores por quilograma de borracha seca para o látex líquido (látex de campo), CVP e FDL (Tabela 1).

Essa política estatal só foi possível a partir da criação da Lei nº 1.277 de 13 de janeiro de 1999 (Lei Chico Mendes) que dispõe sobre concessão de subvenção econômica aos produtores de borracha natural bruta do estado do Acre, como um suporte legal à política pública de fixação de famílias no campo e conservação da floresta. Na Figura 4, observa-se como o mercado tem-se organizado para viabilizar o comércio do látex e da borracha natural de seringueira no Acre.



**Figura 2.** Produção de látex líquido (DRC≈40%) de seringueira a partir da floresta primária no Acre (A) e no Brasil (B) na série histórica de 1990 a 2014.

Fonte: IBGE (2016a).



**Figura 3.** Produção de borracha natural úmida (DRC≈53%) da seringueira em floresta primária no Acre (A) e no Brasil (B) na série histórica de 1990 a 2014.

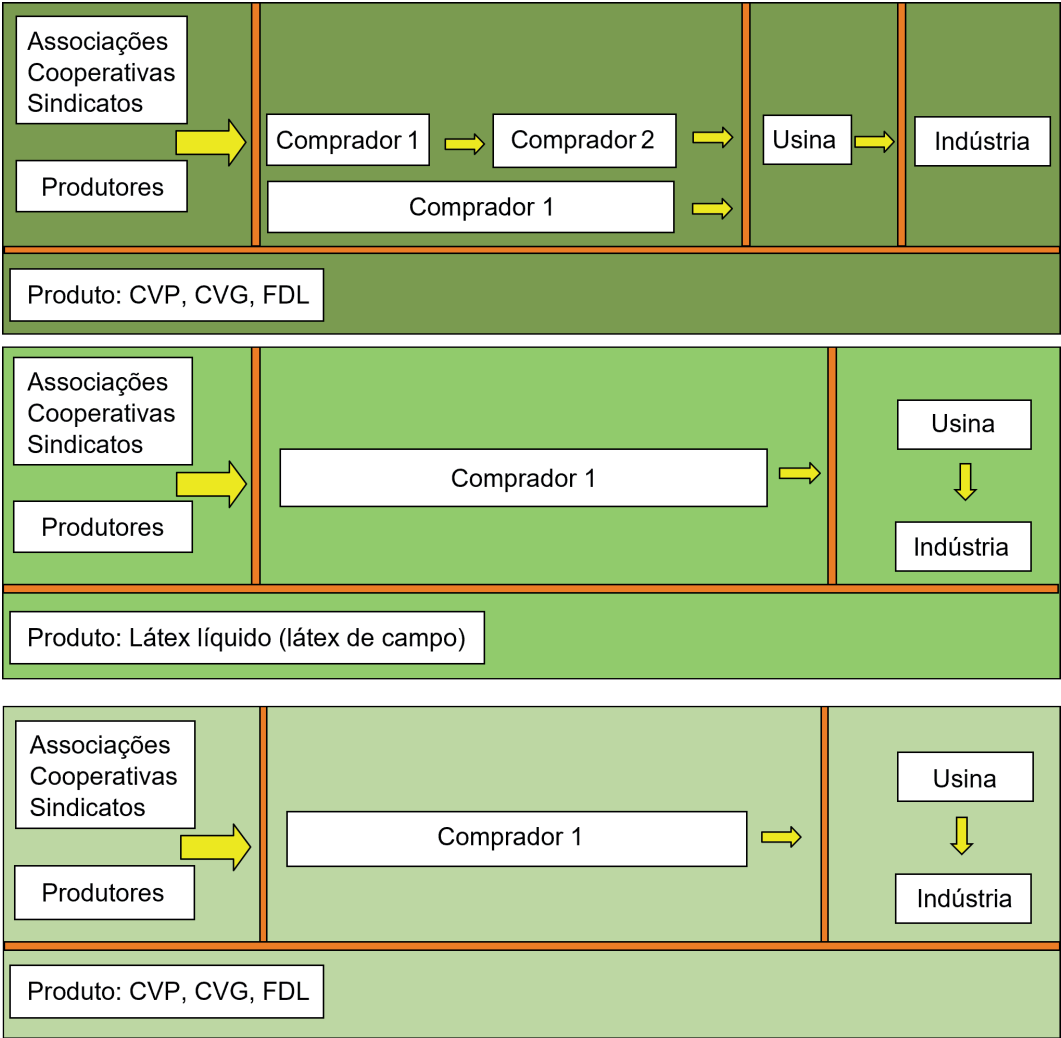
Fonte: IBGE (2016b).



**Tabela 1.** Preço recebido pelo produtor de látex e borracha natural de seringueira no Acre durante a primeira fase de vigência da Lei nº 1.277 de 13 de janeiro de 1999.

Produto <sup>(1)</sup>	Sistema de produção	Preço de mercado local (R\$)	Subvenção econômica (R\$)	Total (R\$)
Borracha CVP	Floresta primária	3,82	0,90	4,72
Borracha CVP	Floresta plantada	3,82	0,70	4,52
Borracha FDL	Floresta primária	7,0	0,70	7,70
Látex de campo	Floresta primária	3,60	4,20	7,80

<sup>(1)</sup>CVP = Coágulo virgem prensado. FDL = Folha defumada líquida.



**Figura 4.** Organização e fluxo de produto na cadeia de valor do látex e da borracha natural de seringueira no Acre.

CVP = Coágulo virgem prensado. CVG = Coágulo virgem a granel. FDL = Folha defumada líquida.

## Domesticação da seringueira no Brasil

A domesticação da seringueira ocorreu inicialmente no Sudeste Asiático, na Malásia, onde toda a tecnologia de melhoramento genético para a espécie foi criada e os primeiros clones primários foram produzidos e implantados paralelamente aos plantios seminais com sementes de árvores não melhoradas naquele país. Desse modo, uma ampla base genética foi estabelecida a partir da qual foram realizadas coletas de material propagativo com alto potencial de adaptação local e de sustentação contínua de programas de pesquisa focados na produção de borracha natural.

Paralelamente aos trabalhos no Sudeste Asiático, o Brasil, por meio do setor estatal, desenvolveu um grande esforço de pesquisa com resultados significativos. A primeira floresta de seringueira plantada experimentalmente no Brasil foi no estado da Bahia, em 1908, na Escola Agrícola São Bento das Lages, localizada no Recôncavo Baiano e dirigida por Leo Zehntner (Ceplac, 2017).

Em Santarém, no Pará, a Ford Company começou suas pesquisas e plantios em 1927 e o Instituto Agrônomo do Norte (IAN), criado em 1939, em Belém, PA, iniciou seus trabalhos no dia 7 de março de 1941. Para a Ford Company ganhar tempo, a estratégia adotada foi a introdução, em 1934, em Belterra, PA, de 53 clones selecionados em florestas da Goodyear localizadas em Sumatra, Indonésia (Dean, 1989).

Após surtos severos da doença mal das folhas da seringueira nas plantas das florestas da Ford Company e conflitos resultantes de dificuldades de acordo com os trabalhadores para seguirem um ritmo de trabalho determinado pela companhia, o empreendimento foi transferido para o governo do Brasil. O IAN foi convertido em cinco instituições assim identificadas: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte (Ipean) e Faculdade de Ciências Agrárias do Pará (FCAP), localizados em Belém no Pará; Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Leste (Ipeal) e Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), localizados na Bahia; e Instituto de Pesquisas Agropecuárias da Amazônia Ocidental (IPEAAOc), em Manaus, Amazonas.

Por meio da Lei nº 5.227 de 18 de janeiro de 1967 o governo do Brasil criou a Superintendência do Desenvolvimento da Borracha (Sudhevea), regulamentada pelo Decreto nº 77.386 de 5 de abril de 1976, quando então passou a ser efetivamente aplicada. Dentre as funções da Sudhevea estava a consolidação da heveicultura no País, e para tanto, além do apoio às pesquisas, foi dado suporte a um amplo programa de fomento denominado Programa de Incentivo à Produção de Borracha Vegetal (Probor), em três fases denominadas Probor I, Probor II e Probor III. Na Embrapa, o programa de pesquisa com seringueira também

teve considerável avanço no Centro Nacional de Pesquisas de Seringueira (CNPSe), criado em 1975, em Manaus (Embrapa, 1975), no qual foram tomadas as decisões relativas às atividades satélites, ou seja, atividades de pesquisa no Brasil que estavam fora e dentro do CNPSe.

Inicialmente, a programação de pesquisa do Ipean foi fundida e residida na FCAP, em Belém, e a programação de pesquisa do Ipeal foi incorporada à do Cepec em Ilhéus onde permanece ainda com excelentes resultados. Na área do ex-IPEAAOc, em Manaus, onde se instalou a Embrapa, foi recuperado em 1975 um jardim clonal com aproximadamente 80 plantas dos clones IAN717, IAN873, Fx3810, Fx3899, Fx4098 e PFB05 (Embrapa, 1975). Para se ter uma ideia do investimento na época no CNPSe, além do pessoal administrativo, havia uma equipe operacional considerável e três pesquisadores no primeiro ano de funcionamento para se dedicarem à pesquisa com seringueira (Tabela 2).

**Tabela 2.** Equipe de trabalhadores contratada pelo governo brasileiro para iniciar as pesquisas com seringueira no Centro Nacional de Pesquisas de Seringueira, em Manaus, Amazonas, em 1975.

Função	Quantidade
Pesquisador em Fitotecnia	1
Pesquisador em Fisiologia Vegetal	1
Pesquisador em Economia Agrícola	1
Técnico agrícola I	6
Mestre rural	1
Operário rural	2
Auxiliar rural I	20
Técnico de laboratório I	1
Técnico de laboratório II	1
Operador de máquinas e veículos I	3
Operador de máquinas e veículos II	1

Desde então, foram desenvolvidas várias tecnologias que permitem o cultivo da seringueira em locais de ocorrência do mal das folhas da seringueira (Moraes; Moraes, 2008; Moraes et al., 2008, 2013). Essas tecnologias são clones de alta resistência genética a *Pseudocercospora ulei* obtidos em pesquisa de melhoramento genético, os quais apresentam compatibilidade com clones de painel selecionados para cultivo em área livre ou de escape do mal das folhas da seringueira. A técnica de formação da planta tricomposta foi introduzida no Brasil em 1937 pelo fitopatologista da Ford, ex-funcionário do Serviço Florestal Americano,



James Robert Weir, quando atuava no projeto da empresa, no Pará, uma vez que havia utilizado essa técnica há uma década no Sudeste Asiático (Dean, 1989). A técnica, conforme Moraes e Moraes (1998), foi muito utilizada em experimentos em Manaus, no campo experimental da Embrapa, e em Pontes e Lacerda, Mato Grosso, na Fazenda Triângulo.

Na Embrapa, em Manaus, a tecnologia de planta tricomposta, que faz uso da enxertia de clone de copa resistente ao mal das folhas da seringueira, continua sendo desenvolvida pelo pesquisador Everton Rabelo Cordeiro e sua equipe, com importantes resultados obtidos (Cordeiro et al., 2011, 2012; Moraes et al., 2013, Cordeiro; Muniz, 2019). Em 2010, foi iniciado na Embrapa um grande projeto de transferência dessa tecnologia para alguns municípios estratégicos do Amazonas, com financiamento da Fundação de Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), tendo como objetivo viabilizar o emprego da tecnologia no campo.

A criação de muitos clones utilizados na enxertia de copa no Brasil e a implantação de muitos experimentos de plantas tricompostas contaram com o trabalho do pesquisador Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes, da Embrapa Amazônia Ocidental, e sua equipe, que ao longo de muitos anos se dedicaram à pesquisa. Na Figura 5A observa-se um experimento instalado em Manaus pela equipe do pesquisador Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes, utilizando muda do tipo toco alto de raiz nua enxertada com clone de copa, e na Figura 5B uma árvore tricomposta formada a partir de muda bicomposta enxertada diretamente no campo, em experimento de sistema agroflorestal, no Acre.

Na Fazenda Triângulo, estado do Mato Grosso, em 2011, chegou a ter 500 ha de plantas tricompostas tendo como clone de painel o RRIM600 e como clone de copa o IAN6543. A experiência com os talhões formados com essa tecnologia, PÉ-FRANCO+RRIM600+IAN6543, mostrou que esse tipo de árvore deve ser plantado apenas em linha simples e não em linha dupla, devido ao tamanho e à arquitetura da copa. Em 2009, foram feitos a visita ao experimento e o registro fotográfico da placa indicando o seu ano de montagem e as árvores do clone PR255 com visível variação diamétrica na linha próxima ao cafeeiro (Figura 6).

Para a aplicação da técnica de enxertia no campo, na Fazenda Triângulo, as hastes marrons, com as extremidades parafinadas, eram armazenadas em caixas de isopor e o pegamento era considerado baixo devido à dificuldade de manter as hastes resfriadas. A planta tricomposta formada por uma planta oriunda de semente que forma a raiz e o colo da árvore e mais dois outros clones, um sobre o outro, é sem dúvida a tecnologia de maior resistência genética descoberta até o momento para o controle de doenças foliares na seringueira.



Fotos: Rivadave Coelho Gonçalves

**Figura 5.** Árvores do experimento com plantas tricompostas de diversos clones na Embrapa, em Manaus, Amazonas (A), e do experimento implantado em Xapuri, Acre (B).



Foto: Rivaldo Coelho Gonçalves



**Figura 6.** Parte de um experimento implantado em 1997, destinado a avaliar a tecnologia de plantas tricompostas na Fazenda Triângulo, em Pontes e Lacerda, Mato Grosso, com 11.520 plantas, e parcela do clone PR255 (Proesfstation voor Rubber) em faixa com cafeeiro na aleia interior.

Na Bahia, essa tecnologia também foi desenvolvida e experimentada (Bahia; Gomes, 1981) e, no Acre, no início da década de 2000 foi realizado um trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência das tecnologias clones de copa CPAA C18 sobre clones de painel Fx4098 e CNSAM7905, em área de produtor rural, sem sucesso, devido à taxa de pegamento da enxertia de copa ter sido menos de 10%. Posteriormente, também no Acre, foi reiniciado por duas vezes o trabalho de pesquisa para adoção da tecnologia de plantas tricompostas no campo experimental da Embrapa Acre, mas falhas em pegamento de enxertia de clones de painel geraram resultados insatisfatórios até o momento.

A ineficiência técnica na operacionalização da produção da muda da seringueira tricomposta, seja no campo definitivo ou em viveiro, exige mão de obra operacional, com habilidade, treinamento e dedicação quase exclusiva. No Acre, esses clones desenvolvidos na Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, estão conservados em Banco Ativo de Germoplasma e representam um ativo econômico de alto valor para a sociedade acreana. Em algum momento esses clones podem compor as tecnologias experimentais e no futuro as tecnologias em uso em áreas de produtor. Posteriormente, outros estados brasileiros



perceberam a possibilidade de geração de renda no campo com o cultivo da seringueira e investiram em projetos de pesquisa e de extensão rural. Nos estados da Bahia, São Paulo, Goiás, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e Mato Grosso, a heveicultura desenvolveu-se graças ao trabalho e à dedicação de pessoas com afinidade pela seringueira, associados ao sentimento de que essa planta representa um importante recurso da biodiversidade capaz de conciliar o desenvolvimento econômico, com justiça social e equilíbrio ambiental (Pereira, 1980; Pereira et al., 2001; Marques et al., 2007; Virgens Filho, 2008; Galvêas, 2009; Oliveira et al., 2009; Gonçalves, 2010).

## Contribuições da Bahia para a heveicultura nacional

O estado da Bahia, por meio do Cepec e da Michelin, apresenta importante contribuição para o cultivo da seringueira no Brasil, inclusive no Acre. O histórico do programa de melhoramento da seringueira no Cepec/Ceplac a partir da Estação Experimental Djalma Bahia (EDJAB) encontra-se relatado, e clones altamente produtivos e com resistência ao mal das folhas da seringueira estão disponíveis para a sociedade naquela região. Ressalta-se ainda que pesquisas de melhoramento genético para resistência ao mal das folhas da seringueira também foram realizadas no sul da Bahia (Bahia; Gomes, 1981) e somente a Ceplac desenvolveu um clone indicado para o cultivo com dupla finalidade de aproveitamento, ou seja, borracha natural e madeira (Marques, 2017).

Esse clone é o SIAL1005, de *Hevea brasiliensis*, recomendado para cultivo no sul da Bahia em sistemas agroflorestais, para sombreamento do cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). É importante observar que durante as avaliações das plantas para a seleção, o pesquisador José Raimundo Bonadie Marques considerou as características denominadas copa menos densa e ramos laterais mais fechados. Essas características somadas às atividades silviculturais de poda de ramos laterais até 8 m de altura determinam a arquitetura de copa ideal para cumprir a função de sombreamento qualificado ao cacaueteiro, além de permitir à árvore ter um fuste retilíneo de 8 m de altura, útil para a serraria ao final do ciclo econômico de produção da borracha. Outras características que o clone SIAL1005 apresenta é o vigor exuberante, a produtividade elevada, ausência de problemas fitossanitários significativos, alta tolerância à seca de painel, boa regeneração de casca e expansão em diâmetro mesmo após entrar em sangria estimulada (Marques, 2017).

## Contribuições da Michelin para a heveicultura nacional

A Michelin é uma empresa mundialmente conhecida que atua na produção de pneus lisos, mistos e *off road* para veículos leves, veículos de carga, tratores agrícolas e máquinas diversas, além de pneus de avião. Por utilizar a borracha natural de seringueira como matéria-prima para a fabricação de pneus, a empresa também atua no melhoramento genético da seringueira. A Michelin iniciou seus trabalhos de melhoramento genético da seringueira em 1990 nas fazendas da Bahia e do Mato Grosso, que já eram da sua propriedade desde a década de 1980. Na Bahia, o projeto iniciou com a aquisição de uma fazenda de cerca de 9 mil hectares, anteriormente pertencente à Firestone, localizada em Igrapiúna, BA, denominada Fazenda Três Pancadas, devido à grande cachoeira existente no local. A fazenda foi compartimentalizada com destinação de 3 mil hectares para uma reserva natural de biodiversidade e mil hectares para pesquisas. Os 5 mil hectares restantes foram divididos em 12 propriedades médias de, aproximadamente, 400 ha cada e vendidas aos 12 funcionários mais graduados da empresa com financiamento do Banco do Nordeste. Contando com excelente infraestrutura de estradas, alto nível educacional dos proprietários, mão de obra qualificada para exploração, facilidade de escoamento da produção e acordo de compra da borracha, essa mudança de proprietário deu certo e poucas seriam as chances de dar errado.

A fazenda do Mato Grosso foi adquirida em 1981 com uma área de aproximadamente 10 mil hectares, onde originalmente foram desenvolvidos trabalhos de grande importância para a heveicultura nacional. Nessa plantação, localizada em uma área considerada apropriada para escape ou evasão por local, para o controle da doença mal das folhas da seringueira, foram realizados diversos cruzamentos entre materiais diferentes geneticamente por meio da técnica de “polinização artificial controlada” que possibilitou a criação de novos genótipos de seringueira atualmente plantados em campos de seedlings na Bahia e no Mato Grosso. Esse programa de melhoramento genético, formalmente denominado Programa CMB (Cirad-Michelin-Brasil) de Melhoramento Genético da Seringueira, desenvolvido pela Michelin com a cooperação técnica do Cirad, teve como base 36 clones de seringueira importados da Guatemala e da Libéria, pela Firestone, na década de 1970, além de 10 clones brasileiros, 15 asiáticos e 3 africanos presentes no Brasil.

O programa conta ainda com a participação, intermitente, de parceiros de grande importância na avaliação das tecnologias produzidas, para uso em outros locais no Brasil como a Embrapa nos estados do Acre e Goiás, a Ceplac na Bahia e no Espírito Santo e o IAC em São Paulo. Esse programa de melhoramento genético continua sendo realizado pela Michelin tendo à frente da pesquisa, desde 2013, o engenheiro-agrônomo Ivo Cairo

Cabral Júnior e uma equipe dedicada de 14 pessoas. Existem 9 campos de avaliação de seedlings (CAS), 7 campos de clones em grande escala (CCGE) e 12 campos de clones em pequena escala (CCPE) implantados na fazenda da Bahia. Quatro CCPEs já estão em sangria e com materiais genéticos que vêm apresentando resultados promissores em relação à produtividade e resistência ao mal das folhas da seringueira.

Na área de pesquisa do Mato Grosso ainda preservada e mantida pela Michelin, existem 10 CCPEs em avaliação de crescimento e produção, com objetivo de selecionar clones de alta produtividade para áreas consideradas escape ou evasão por local no Brasil.

O programa de melhoramento genético continua sendo realizado pela Michelin, na Bahia, tendo à frente do projeto o engenheiro-agrônomo Carlos Raimundo Reis Mattos e sua equipe (Tabela 3).

**Tabela 3.** Equipe de funcionários do programa de melhoramento de seringueira na empresa Plantações Michelin da Bahia Ltda., em Igrapiúna, Bahia.

Função	Número de funcionários
Gerente da pesquisa	1
Chefe do setor de pesquisa	1
Supervisor do laboratório	1
Supervisor de campo	1
Avaliador de campo	1
Supervisor dos ensaios de sangria	1
Operário de campo	4

Nessa equipe estavam Carlos Raimundo Reis Mattos, Saulo Emilio Almeida Cardoso, Luciano Santos da Conceição, Luan Santos Silva, Wilton Santos Silva e Marinaldo de Assunção Canela, entre outros que fizeram um grande trabalho no sul da Bahia, contando sempre com pesquisadores das melhores instituições de pesquisa do mundo. Por parte do Cirad, o programa contava com a participação dos pesquisadores Dominique Garcia, Vincent Le Guen e Franck Rivano. No auge do programa de melhoramento, a equipe operacional contava com 20 operários de campo, 6 funcionários de nível médio, 1 biólogo e 1 engenheiro-agrônomo. A área disponível para a pesquisa compreendia 53,02 ha em Itiquira, MT, e 934 ha em Ituberá, BA. Uma particularidade interessante do programa era que, por se tratar de uma região com histórico de epidemias severas do mal das folhas da seringueira, o método de seleção de plantas resistentes necessitava de algumas pulverizações de fungicidas nas



plantas até os 90 dias, para em seguida, passado o efeito residual dos produtos, serem iniciadas as avaliações de resistência e suscetibilidade.

Na Embrapa Acre, na fase de formação da primeira população de melhoramento genético, dentro do projeto denominado Melhoramento Genético de Seringueira no Brasil, as plantas estabelecidas em abril de 2016 não apresentaram intenso ataque de *Pseudocercospora ulei* e, portanto, não foi feito tratamento com fungicidas. O uso de fungicidas no estabelecimento de plantas de seringueira em programas de melhoramento depende de cada situação e tem-se optado por não aplicá-los nessa primeira fase.

O campo de seedlings da empresa Plantações Michelin da Bahia Ltda., tem espaçamento de 2 m x 2 m e apresenta 9 plantas de cada família por bloco e número variável de bloco em função do número de sementes de cada cruzamento. No CAS 06 (campo de avaliações de seedlings) foram plantadas as progênies resultantes dos cruzamentos entre si de 13 clones e mais os cruzamentos desses 13 clones com clones orientais (Tabela 4).

**Tabela 4.** Organização de famílias por cruzamentos de gametas de diferentes clones no programa de melhoramento da Michelin, utilizando três clones como exemplo didático.

Família	Descrição do cruzamento
1	Progênies do cruzamento do pólen do clone 1 no ovário do clone 2
2	Progênies do cruzamento do pólen do clone 2 no ovário do clone 1
3	Progênies do cruzamento do pólen do clone 1 no ovário do clone 3
4	Progênies do cruzamento do pólen do clone 3 no ovário do clone 1
5	Progênies do cruzamento do pólen do clone 2 no ovário do clone 3
6	Progênies do cruzamento do pólen do clone 3 no ovário do clone 2

Um campo de clones em pequena escala (CCPE) foi plantado em 2005 no espaçamento de 8 m x 2,5 m, mas a partir do CCPE 07 todos foram plantados no espaçamento 6 m x 3 m, sempre com 4 repetições de 10 plantas cada (Figura 7). Em alguns locais do CCPE, *Desmodium* spp. foi plantada e mantida como forrageira protetora do solo.

Em 2012, 80% da área de 10 mil hectares da fazenda da Michelin, localizada no Distrito Ouro Branco do Sul, município de Itiquira, no Mato Grosso, foi vendida para o Grupo Maggi, em uma negociação que teve por parte da vendedora a justificativa de que a fazenda não era lucrativa tanto quanto se esperava, devido à baixa produtividade decorrente do clima seco e à dificuldade em superar esse problema. A empresa chegou a ter aproximadamente 1.500 empregados envolvidos no negócio, no auge da produção e, na época, manteve apenas a área de pesquisa equivalente a 150 ha aproximadamente.



Foto: Rivaldave Coelho Gonçalves

**Figura 7.** Experimento com clones de seringueira obtidos no programa de melhoramento genético Cirad-Michelin-Brasil (CMB), no município de Igrapiúna, Bahia.

Nos estudos da doença mal das folhas da seringueira na Bahia, realizados por Mattos et al. (2003), visando entender melhor as raças de *Pseudocercospora ulei*, é possível verificar por exemplo que o clone Fx2784 (F4542, *Hevea benthamiana* x Avros363, *Hevea brasiliensis*) é considerado altamente suscetível a uma única raça de *Pseudocercospora ulei*. Sendo essa questão de raça algo complexo para se definir nesse patossistema, é possível que esse clone apresente uma reação diferencial bem marcante como suscetível a um grupo de isolados de *Pseudocercospora ulei*. Mesmo assim, os estudos comprovaram que há isolados desse fungo com até dez fatores de virulência, e alguns isolados causam doença em severidade máxima em clones sul-americanos e em menor intensidade em clones orientais.

É necessário reconhecer que o programa de melhoramento genético da Michelin foi e continua sendo extremamente importante para a Bahia e para outros estados brasileiros, à medida que pode conter clones com estabilidade apropriada para cultivo em vários locais do Brasil. O fato é que esses clones precisam estar em um programa nacional de melhoramento genético para terem a possibilidade de constituir uma tecnologia para cultivo inclusive na Amazônia.

## Contribuições de São Paulo para a heveicultura nacional

O programa de melhoramento da seringueira no Instituto Agronômico de Campinas (IAC), no estado de São Paulo, tem um histórico longo e profícuo e pode-se dizer que nasceu das observações de pesquisadores do IAC feitas em árvores de seringueira plantadas na Fazenda Santa Sofia, em Gavião Peixoto, onde se constatou a adaptação de *Hevea brasiliensis* àquela região. Essa floresta foi iniciada em 1917 com a germinação das primeiras sementes de seringueira, enviadas do estado do Mato Grosso, pelo Marechal Cândido Rondon ao Coronel José Procópio Ferraz, dono da Fazenda Santa Sofia. Já no início da década de 1940, atividades de melhoramento genético são realizadas com os primeiros plantios de seringueira no Centro Experimental Central de Campinas, Fazenda Santa Elisa, Campinas, SP, Pindorama e Ribeirão Preto para avaliações em experimentos em São Paulo (Scaloppi Junior et al., 2017).

Durante muitos anos e ainda hoje o trabalho de Paulo de Souza Gonçalves, pesquisador da Embrapa e ex-integrante da equipe do antigo Centro Nacional de Seringueira, localizado em Manaus, AM, foi fundamental no avanço do programa de melhoramento genético da seringueira. Em Campinas, em 2011, Paulo de Souza Gonçalves divulgou os clones da série 500 do IAC, de alta produtividade e precocidade de 5 anos para cultivo em região escape ao mal das folhas da seringueira (Gonçalves et al., 2011b), os quais eram comercializados pela Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios. No grupo de clones da série 500 o clone IAC500 foi o que mais se destacou com 38% a mais de produção de borracha em relação ao clone RRIM600, além de apresentar baixa intensidade de danos por ventos, baixa incidência de secamento do painel de sangria, antracnose na folha e antracnose no painel (Gonçalves et al., 2011b). A produção total acumulada em 10 anos de sangria dos clones da série 500 mostra que o clone IAC502 produziu 10,96% a mais que o clone IAC500, mas ambos, separadamente, acumularam uma produção muito superior ao clone RRIM600.

Antes dos clones da série IAC500 (IAC15, IAC35, IAC40, IAC56) e das séries IAC100, IAC200, IAC300 e IAC400 foram desenvolvidos e estudados, e alguns desses se encontram recomendados para plantio em São Paulo, em pequena escala ou escala moderada, todos com alta produtividade, superior ao clone RRIM600, totalizando 31 clones IAC registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em 2011, foi publicado em São Paulo um trabalho mostrando que a irrigação, combinada com bons tratamentos silviculturais, pode reduzir perdas nos dois primeiros anos e diminuir o tempo de formação da floresta de seringueira até a entrada em sangria (Gonçalves et al., 2011a).



Em 4 de dezembro de 2013 é assinado o Decreto nº 59.869 para a criação do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais do IAC, em Votuporanga, na fazenda onde já vinha sendo realizada parte da pesquisa de melhoramento genético com a seringueira, em São Paulo, com um claro indicativo de que além de ser o maior produtor de borracha, o estado elevou a seringueira a um grau maior de importância para a sua economia. O Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais do IAC conta com um Banco Ativo de Germoplasma com aproximadamente 200 acessos e centenas de clones em avaliação em campo na própria fazenda.

Na Universidade Estadual de Campinas, a equipe liderada pela professora Anete Pereira de Souza prossegue nos estudos para a seleção de genes envolvidos na tolerância ao frio, além de construir um mapa genético molecular com marcador microssatélite (SSR) para a seringueira. As pesquisas realizadas por essa equipe têm como foco detectar no genoma da seringueira genes que favoreçam o crescimento das árvores em clima com estação de baixa temperatura e baixa umidade no solo onde está implantada a maior área de florestas de seringueira no Brasil. Essa abordagem da pesquisa tem como origem a aplicação da medida de controle do mal das folhas da seringueira denominada escape, pois a baixa temperatura média do mês mais frio (15 °C) limita o fungo *Pseudocercospora ulei* a produzir esporos em quantidade suficiente para surtos constantes.

É um trabalho de enorme valor para o Brasil e para o mundo, pois ao desenvolver um mapa genético dessa natureza cria-se a tecnologia consubstanciada em conhecimento e o know-how até então inexistente no Brasil para trabalhos com a seringueira utilizando marcador microssatélite. Vale ressaltar que esse trabalho também contou com a participação dos pesquisadores franceses, Dominique Garcia e Vincent Le Guen, do Centre Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad), os quais desenvolveram e publicaram os primeiros *primers* microssatélites genômicos para a seringueira. Posteriormente, no Brasil, mais *primers* foram desenvolvidos e publicados, tornando possível a construção do mapa genético usando a população de indivíduos de mapeamento oriunda do cruzamento realizado pelo Cirad na Tailândia e implantado na fazenda da empresa Plantações Edouard Michelin, em Itiquira, no Mato Grosso. Esse trabalho de construção do mapa foi realizado em São Paulo, no Laboratório de Biologia Molecular e Engenharia Genética (CBMEG), da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), liderado pela equipe da professora Anete Pereira de Souza.

Conforme se percebe, o desenvolvimento de tecnologias para o cultivo da seringueira teve maior esforço de pesquisa em região escape, e o esforço no desenvolvimento de cultivares para plantio em regiões com incidência constante de *Pseudocercospora ulei* (Amazônia e municípios localizados na região de Mata Atlântica) foi menor. Contudo, na Bahia,

estudos importantes foram realizados para entender a diversidade de raças fisiológicas do fungo *Pseudocercospora ulei* (Mattos et al., 2003), e tecnologias para o cultivo de seringueira consorciada com cacau produzidas pela Ceplac têm viabilizado uma heveicultura de sucesso, servindo como modelo para outros estados brasileiros, a exemplo de São Paulo que por meio de um centro de pesquisa exclusivo para a seringueira passou a adotar a estratégia de SAFs também no Vale do Ribeira, região de ocorrência do mal das folhas da seringueira.

## Nova fase da pesquisa com seringueira no Brasil

Um grupo de pesquisadores de diferentes instituições, com predominância da Embrapa, reuniu-se em Brasília no ano de 2012, a pedido do Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento da Empresa, para elaborar o projeto Melhoramento Genético da Seringueira no Brasil, contando com a valiosa colaboração do consultor externo professor Marcos Silveira Bernardes da Universidade de São Paulo (USP), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq).

O projeto no formato de macroprograma foi elaborado e submetido para avaliação de revisores ad hoc, sendo liberado para execução no início de 2014. Grandes frutos foram colhidos desse projeto de melhoramento genético, o qual possibilitou aos pesquisadores o espaço institucional necessário para trabalhar com essa cultura de extrema relevância para a economia nacional e mundial, para o meio ambiente e o meio social. Em 2017, no *V Congresso Brasileiro de Heveicultura*, houve o merecido reconhecimento aos trabalhos realizados com a seringueira em Goiás pelo pesquisador Ailton Vitor Pereira (Embrapa), com apoio do grupo Moraes e Ferrari e da empresa OL Látex Ltda., consumando as avaliações de experimentos nos quais se avaliou a produção de borracha natural durante 10 anos.

Os resultados de produtividade de muitos clones são impressionantes e podem ser consultados em Pereira et al. (2017), como é o caso do clone PB312 na Fazenda Porteiras, município de Barro Alto, GO, o qual produziu em uma safra 4.753 kg de borracha seca por árvore em espaçamento de 6,0 m entre linhas x 3,0 m entre árvores. Também em Pontes e Lacerda, com apoio da família de Ovídio Miranda de Barros, da empresa Guaporé Agropecuária S.A., um estudo em experimento implantado em 1997 mostrou que vários clones são altamente produtivos naquele município e o PB312 chegou a 5.027 kg de borracha seca por árvore ao ano. Nenhum clone avaliado durante 11 anos produziu menos que 3,0 kg de borracha seca por árvore no espaçamento 13 m x 3 m x 2,5 m (Pereira; Fialho, 2017). Em 2013, o

engenheiro-agrônomo Carlos R. R. Matos deixa a empresa Plantações Michelin da Bahia Ltda. para dedicar-se aos negócios e à família no sul da Bahia, e o engenheiro-agrônomo Ivo Cairo Cabral Júnior assume as atividades de pesquisa na empresa.

As Unidades da Embrapa no Acre, Amazonas, Pará e Goiás avançam com o projeto Melhoramento Genético da Seringueira no Brasil, e as duas primeiras Unidades coletam germoplasma em mata nativa, conservam germoplasma existente e buscam parcerias no setor privado e no setor estatal para a renovação do projeto, em 2018, uma vez que o atual mecanismo de financiamento de projetos é intermitente e desligado de programas de pesquisa de longo prazo.

Na Embrapa Cerrados, em Planaltina, o pesquisador Fábio Gelape Faleiro e sua equipe executaram e publicaram em 2017 um trabalho sobre teste de paternidade, parentesco e identidade genética de dois clones utilizando marcadores morfológicos e marcadores moleculares do tipo Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) e Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), constituindo informação robusta e relevante para a consolidação de um sistema que permita a distinção de plantas muito próximas geneticamente (Faleiro et al., 2017). Também nesse ano a equipe publicou um trabalho mostrando o método de estudo da variabilidade genética de seringueira utilizando marcadores ISSR (Oliveira et al., 2017), que são dominantes, fáceis de utilizar e de baixo custo (Ng; Tan, 2015).

Devido ao fato de que a identificação de clones de seringueira utilizando macromorfologia e até mesmo o fenótipo de isoenzimas apresenta baixo grau de certeza científica, foi feita em 2013, no *III Congresso Brasileiro de Heveicultura*, a indicação da tecnologia de identificação de plantas utilizando marcadores microssatélites, Simple Sequence Repeats (SSRs), visando à certificação genética de jardins clonais de seringueira (Gonçalves et al., 2013), na qual *primers* desenvolvidos pelo Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad) foram testados com excelentes resultados na Embrapa Acre. Após esse trabalho, mais estudos para a consolidação dessa tecnologia vêm sendo realizados na Embrapa Acre, enquanto na Colômbia um trabalho também mostra a descoberta de marcadores microssatélites para discriminação varietal de clones (Ruiz-Ávila et al., 2017).

A pesquisa científica para o desenvolvimento de tecnologias próprias para constituírem as florestas do futuro no Acre tem sido continuada na Embrapa Acre, com um foco bem definido sobre a estabilidade e adaptabilidade de clones comerciais de seringueira em experimentos de pequena escala, juntamente com a pesquisa fundamental de formação da primeira população própria de melhoramento como ativo de biodiversidade da Embrapa, por conseguinte, da sociedade brasileira.



Desse modo, o melhoramento genético de seringueira no Acre tem como meta a obtenção de clones estáveis quanto às características produção de borracha, produção de madeira, resistência a doenças e possivelmente tolerância a alguma praga que seja definida como risco biológico significativo. A estabilidade de características desejáveis em árvores de seringueira tem sido objeto de estudo de cientistas em várias instituições de pesquisa no mundo, mas relativamente poucos trabalhos são publicados e por se tratar de estudos de longo prazo o custo relativo é alto.

O aumento do esforço nas instituições de pesquisa na Amazônia para o melhoramento genético de árvores e a instalação dos pomares de sementes clonais com clones devidamente selecionados são alternativas para tornar a aplicação do novo Código Florestal uma medida com probabilidade de viabilidade econômica no curto prazo e, quando se calcula o retorno obtido com as tecnologias desenvolvidas, tem-se a exata noção de quão pouco representam os investimentos em pesquisa em relação ao retorno financeiro, social e ambiental.

## Biodiversidade da seringueira conservada como ativo financeiro

O Brasil perdeu parte da biodiversidade da seringueira em coleções de germoplasma. Um grande número de árvores foi destruído por dano ambiental nas florestas naturais e nenhum outro esforço significativo de coleta seguido de conservação *ex situ* foi realizado desde então. Alguns clones de *Hevea brasiliensis* resistentes ao mal das folhas de seringueira coletados no Acre e identificados inicialmente como Ford 351, Ford 409 e Ford 1717 não foram encontrados até o momento nos bancos de germoplasma no Brasil para serem introduzidos no programa de melhoramento genético da seringueira, evidenciando um descompasso ocorrido no passado quanto à continuidade das pesquisas. Com parte do germoplasma conservado *ex situ*, na Embrapa Cerrados, em Planaltina, foi realizado um significativo trabalho de verificação da variabilidade genética por marcador molecular do tipo microssatélite genômico, Single Sequence Repeat (SSR), em pouco mais de mil indivíduos, representando cada um deles um germoplasma (Souza et al., 2017). O artigo científico, tido como um ativo científico de conhecimento, somente foi possível graças à existência desse Banco Ativo de Germoplasma conservado na Embrapa.

Nesse trabalho, chegou-se a conclusão de que deveria ser organizada uma coleção de 99 indivíduos representando 85% de germoplasma selvagem para o programa de melhoramento genético da seringueira no Brasil, uma vez que essa coleção reduzida pode conter elevada variabilidade genética e alelos privativos importantes para o entendimento

da base genética de locus de características quantitativas (QTLs). Devido à natureza e à qualidade do trabalho realizado, trata-se de uma boa oportunidade para o Brasil fortalecer seu programa de melhoramento genético multiplicando esses 99 germoplasmas e estabelecendo-os nas diferentes regiões climáticas, dentro de instituições sólidas como a Embrapa.

O objetivo é seguir a caracterização silvicultural de cada germoplasma visando selecionar quais dessas plantas podem servir para um incremento nas populações de melhoramento genético. Contudo, é importante ressaltar que o estudo genético molecular realizado não serve de base para a eliminação de germoplasmas do Banco Ativo de Germoplasma de Seringueira (BAGHevea) da Embrapa Cerrados, que se agrupam por similaridade genética, pois os *primers* utilizados não são marcadores moleculares de características silviculturais, vigor, resistência genética e tolerância genética. Fica claro, portanto, que, quando se trata de recursos genéticos, plantas que apresentam similaridade não são genótipos idênticos e somente após a caracterização morfoagronômica e silvicultural, o melhorista tem como decidir sobre a seleção ou não das plantas para a composição de uma população de melhoramento, preservando aquelas que, no presente, não são as melhores. A humanidade convive com alterações em fatores ambientais e biológicos utilizando a riqueza de espécies presentes na biodiversidade, mas se essa biodiversidade não é conservada e continuamente estudada em coleções acessíveis aos pesquisadores, ameaças e danos aos sistemas de produção de borracha natural de seringueira podem reduzir a oferta brasileira ao mercado interno que na média (2013–2017) foi de 46,5% do total consumido no Brasil (Rubber Statistical Bulletin, 2019).

Nesse sentido, a equipe da Embrapa Cerrados, em Planaltina, tem avançado nos estudos de caracterização de germoplasma no BAGHevea em campo, tanto para o registro de clones existentes quanto para o programa de melhoramento genético.

Vale ressaltar que há muitos clones produtivos no mercado, mas poucos que sejam resistentes às doenças, a exemplo do mal das folhas da seringueira (*Pseudocercospora ulei*), do míldio-pulverulento (*Oidium heveae* Steinm.) e da antracnose-foliar (*Glomerella cingulata* (Stoneman) Spaulding; Schrenk), ou com tolerância às doenças e pragas importantes, a exemplo dos ácaros, do percevejo-de-renda e das brocas.

Deve-se considerar, contudo, que a formação de uma população de melhoramento é uma atividade complexa e quanto mais árvores avaliadas em campo em relação às características silviculturais de interesse e às características industriais de interesse, maior é a chance de formação de uma população robusta. Pode-se citar como exemplo a seleção de apenas 618 árvores em uma população de mais de 1 milhão na Malásia em 1924, ou seja, menos de 1% das plantas foi selecionado para dar origem aos clones primários, dentre os

quais estão o PB86 e o GT1, muito conhecidos por quem trabalha com melhoramento genético da seringueira no Brasil. Uma pressão de seleção dessa magnitude pode se tornar possível se na Amazônia plantios de seringueira destinados à restauração ecológica de áreas forem realizados com mudas de sementes coletadas em diferentes regiões. Essa fase depende, no entanto, da efetiva aplicação do Código Florestal, contando com a conscientização da sociedade rural principalmente.

## Considerações finais

A partir do histórico descrito é possível concluir que o Brasil detém tecnologias, terras, capital e mão de obra para se tornar autossuficiente em látex, borracha natural nas diferentes formas tecnicamente especificadas e em produtos industriais que utilizam essa matéria-prima. Além de autossuficiente o País poderá tornar-se exportador tanto de matéria-prima semielaborada quanto de produtos industriais à base de borracha natural, inclusive de artefatos finos.

É possível concluir também que florestas plantadas de seringueira devem ser manejadas para a colheita de madeira ao final do ciclo de exploração da borracha, uma vez que a árvore de seringueira é essencialmente de uso múltiplo e apresenta madeira de ótima qualidade quando tratada, tal como ocorre com muitas outras espécies de árvores. O cultivo da seringueira em consórcios com plantas alimentícias pode se somar à exploração em floresta primária para superar a inelasticidade da oferta de látex e borracha do setor extrativista que ainda faz a exploração de látex e de borracha natural em floresta primária na Amazônia, de modo a criar escala de produção, inclusão e emancipação social e econômica.

Outra conclusão importante a partir desse histórico é que pesquisas com a seringueira e programas estatais de fomento à heveicultura são executados em diferentes estados do Brasil, mas o País ainda prescinde de programas contínuos de pesquisa de longo prazo nos estados, sem interrupções como ocorreram no passado. Nesse sentido, a conservação de germoplasma ex situ, o intercâmbio de plantas presentes nas coleções brasileiras e o financiamento das pesquisas nos estados brasileiros podem representar importante fonte de riqueza a partir do uso da terra dentro do conceito de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

## Referências

- BAHIA, D. B.; GOMES, A. R. S. Paineis *versus* copa em alguns clones de seringueira (*Hevea* spp.). **Revista Theobroma**, v. 11, n. 3, p. 203-208, 1981.
- BRASIL. Ministério da Economia. **Exportação e importação geral**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/14975>. Acesso em: 29 jun. 2020.
- CLÉMENT-DEMANGE, A.; LEGNATE, H.; SEGUIN, M.; CARRON, M. P.; GUEN, V.; CHAPUSET, T.; NICOLAS, D. Rubber tree. In: CHARRIER, A.; JACQUOT, M.; HAMSONS, A. D.; NICOLAS, D. (ed.). **Tropical plant breeding**. Montpellier, France: CIRAD-ORSTOM, 2000. p. 455-480.
- CEPLAC. **Antecedentes**. Disponível em: [http://www.ceplac.gov.br/radar/heveicultura/heveicultura\\_antecedentes\\_e\\_justificativas.pdf](http://www.ceplac.gov.br/radar/heveicultura/heveicultura_antecedentes_e_justificativas.pdf). Acesso em: 5 maio 2017.
- CORDEIRO, E. R.; MORAES, L. A. C.; MOREIRA, A.; MORAES, V. H. de F. Parâmetros genéticos para produção de borracha em clones de copa de seringueira na Amazônia Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**: anais. [Búzios]: SBMP, 2011. 4 p. 1 CD-ROM.
- CORDEIRO, E. R.; MORAES, L. A. C.; MOREIRA, A.; MORAES, V. H. F.; MOREIRA, A.; SILVA, T. A. C. Seleção de clones de copa de seringueira resistentes ao mal das folhas. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, 2012. Suplemento. Edição do 45º Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2012, Manaus. Resumo 850.
- CORDEIRO, E. R.; MUNIZ, A. W. Novas tecnologias na produção da borracha natural do Amazonas. In: SILVA, L. de J. de S.; PINHEIRO, J. O. C.; MUNIZ, A. W. (ed.). **Pesquisa e agricultura familiar: intercâmbio de ações e conhecimentos para transferência tecnológica na Amazônia**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2019. p. 95-123.
- DEAN, W. **A luta pela borracha no Brasil**: um estudo de história ecológica. São Paulo: Nobel, 1989. 286 p.
- DRUMMOND, J. A. Aventuras e desventuras de um biopirata. **Boletim do Museu do Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 4, n. 3, p. 549-552, set./dez. 2009.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Seringueira. **Relatório anual - 1975**. Manaus, 1976. 76 p.
- FALEIRO, F. G.; OLIVEIRA, J. da S.; LIMA, W. A. A. de; FIALHO, J. de F.; VEIGA, A. D.; BRAGA, M. F.; PEREIRA, A. V. Teste de paternidade, parentesco e identidade genética entre clones de seringueira usando caracteres morfológicos e moleculares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 5., 2017, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2017. p. 173-177.
- GALVÊAS, P. A. O.; TEIXEIRA, C. L.; SOUZA, I. A. de; MARQUES, P. C. **Programa de desenvolvimento da heveicultura capixaba**: PROBORES. Vitória: Incaper, 2009. 5 p. (Incaper. Documentos, 180).
- GOMES, J. I.; ALBUQUERQUE, J. M. Características botânicas do gênero *Hevea*. In: VIEGAS, I. de J. M.; CARVALHO, J. G. de (ed.). **Seringueira: nutrição e adubação no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental; Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 17-34.
- GONÇALVES, E. C. P. (coord.). **A cultura da seringueira para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: CATI, 2010. 163 p. (CATI. Manual técnico, 72).
- GONÇALVES, E. C. P.; FILHO, A. C.; BENESI, J. F. C.; BETTINI, M. de O.; MARTINS, L. Efeito da irrigação nos dois primeiros anos na cultura da seringueira. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 98, n. 96, 2011a.



GONÇALVES, P. de S.; SCALOPPI JUNIOR, E. J.; MARTINS, M. A.; MORENO, R. M. B.; BRANCO, R. B. F.; GONÇALVES, E. C. P. Assessment of growth and yield performance of rubber tree clones of the IAC 500 series. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1643-1649, 2011b.

GONÇALVES, R. C.; CAMPOS, T. de; FERREIRA FILHO, J. A. Tecnologia para a identificação de clones de seringueira (*Hevea spp.*) por meio de análise de marcadores microssatélites. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 3., Guarapari, 2013. **[Trabalhos apresentados]**. Guarapari: Cedagro, 2013.

GOODYEAR, C. **Improvement in India-Rubber Fabrics**. US3633. Depósito: 15 jun. 1944.

HOMMA, A. K. O. **A extração de recursos naturais renováveis: o caso do extrativismo vegetal na Amazônia**. 1989. 574 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

HOMMA, A. K. O. **A dinâmica do extrativismo vegetal na Amazônia: uma interpretação teórica**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1990. 38 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 53).

IBGE. **Produção de látex líquido de seringueira a partir da floresta primária no Acre e no Brasil, na série histórica de 1990 a 2014**. 2016a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705?tipo=grafico>. Acesso em: 15 jun. 2019.

IBGE. **Produção de borracha natural úmida da seringueira em floresta primária no Acre e no Brasil, na série histórica de 1990 a 2014**. 2016b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705?tipo=grafico>. Acesso em: 15 jun. 2019.

LA CONDAMINE, C. M. de. **Comunicación a la Academia de Ciencias de Paris**. Paris, 1736. Y presentado em conferencia citada por el general Rafael Uribe ante la Sociedad Nacional de Agricultura.

MARQUES, P. C.; GONÇALVES, P. S. de; GALVÊAS, P. A. O. **Seringueira: 2ª recomendação de clones para o estado do Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2007. 3 p. (Incaper. Documentos, 143).

MARQUES, J. R. B. **Um clone de seringueira com dupla aptidão**. Itabuna: Ceplac-Cepec, [2017]. (Recomendação técnica, 4). Disponível em: [http://www.ceplac.gov.br/radar/folder\\_seringueira.htm](http://www.ceplac.gov.br/radar/folder_seringueira.htm). Acesso em: 5 maio 2017.

MATTOS, C. R. R.; GARCIA, D.; PINARD, F.; LE GUEN, V. Variabilidade de isolados de *Microcyclus ulei* no sudeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, n. 5, p. 502-507, Oct. 2003.

MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. A. C. Desempenho de clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1495-1500, 2008.

MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. A. C. **Técnica da enxertia de copa da seringueira**. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 1998. 8 p. (EMBRAPA Amazônia Ocidental. Comunicado técnico, 14).

MORAES, L. A. C.; MORAES, V. H. de F.; MOREIRA, A.; CORDEIRO, E. R.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Clones de copa de seringueira resistentes ao mal-das-folhas para o cultivo na Amazônia tropical úmida. **Bragantia**, v. 72, n. 3, p. 271-278, 2013.

MORAES, V. H. de F.; MORAES, L. A. C.; MOREIRA, A. **Cultivo da seringueira com copas enxertadas resistentes ao mal-das-folhas**. Manaus: EMBRAPA-CPAA-AM, 2008. 44 p. (EMBRAPA-CPAA-AM. Documentos, 63).

MORAES, L. A. C.; MOREIRA, A.; FONTES, J. R. A.; CORDEIRO, E. R.; MORAES, V. H. de F. Assessment of rubber tree panels under crowns resistant to South American leaf blight. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 5, p. 466-473, maio 2011.

NG, W. L.; TAN, S. G. Inter-simple sequence repeat (ISSR-Markers): are we doing it right? **Academy of Sciences Malaysia Science Journal**, v. 9, n. 1, p. 30-39, 2015.

OLIVEIRA, A. B. de; CARMO, C. A. F. de S. do; CRUZ, R. B. da. Histórico, situação e potencialidade da cultura da seringueira no estado do Rio de Janeiro. In: OLIVEIRA, A. B. de; CARMO, C. A. F. de S.

do; CRUZ, R. B. da (coord.). **A cultura da seringueira no estado do Rio de Janeiro: perspectivas e recomendações técnicas**. Niterói: Pesagro-Rio, 2009. p. 127-135.

OLIVEIRA, J. da S.; FALEIRO, F. G.; LIMA, W. A. A. de; FIALHO, J. de F.; VEIGA, A. D.; BRAGA, M. F.; PEREIRA, A. V. Variabilidade genética entre clones elite de seringueira com base em marcadores moleculares ISSR. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 5., 2017, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2017. p. 64-68.

PANDO, O. P. **Explotacion del caucho-shiringa**: Brasil-Bolívia-Perú: Extrativo-mercantiles en el Alto Acre-Madre de Dios. Wanchak, Cusco: J. L. Editores, 2013.

PEREIRA, J. P. Conservação da viabilidade do poder germinativo da semente da seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 237-244, fev. 1980.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; JUNQUEIRA, N. T. V.; FIALHO, J. de F.; ALVES, R. T.; TIRABOSHI, G. M. N. **Cultura da seringueira no Cerrado**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados, 2001. 59 p.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; MARTINS, M. A.; MATOSO, L. H. C. Avaliação de clones de seringueira na região de Barro Alto, GO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 5., 2017, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2017. p. 130-133.

PEREIRA, A. V.; FIALHO, J. de F. Avaliação de 11 clones de seringueira na região de Pontes e Lacerda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 5., 2017, Goiânia. **Anais...** Jaboticabal: Fundação de Apoio a Pesquisa, Ensino e Extensão, 2017. p. 134-138.

PRIYADARSHAN, P. M. Genesis and development. In: PRIYADARSHAN, P. M. (ed.). **Biology of Hevea Rubber**. Switzerland: Springer, 2011. p. 7-16.

RUBBER STATISTICAL BULLETIN, Singapore: IRSG, v. 74, n. 4-6, Oct./Dec. 2019.

RUIZ-ÁVILA, C. A.; GOMÉS-VARGAS, Y.; BURGOS-PAZ, W.; MARTINEZ-SARMIENTO, R.; TAPIERO, A. L. Marcadores microssatélites identificados para la discriminación varietal de clones de *Hevea brasiliensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 5., 2017, Goiânia. **Anais...** Goiânia: APROB-GO/TO, 2017. p. 167-172.

SCALOPPI JUNIOR, E. J.; DE FREITAS, R. S.; GONÇALVES, P. de S. Da Amazônia para as terras paulistas: o papel do Instituto Agronômico para o desenvolvimento da heveicultura. **O Agrônomo**, n. 69, jun. 2017. Disponível em: <http://oagronomico.iac.sp.gov.br/?p=974>. Acesso em: 5 maio 2019.

SOUZA, L. M. de; LE GUEN, V.; CERQUEIRA-SILVA, C. B. M.; SILVA, C. C.; MANTELLO, C. C.; CONSON, A. R. O.; VIANNA, J. P. G.; ZUCCHI, M. I.; JUNIOR, E. J. S.; FIALHO, J. de F.; MORAES, M. L. T. de; GONÇALVES, P. de S.; SOUZA, A. P. de. Genetic diversity strategy for the management and use of rubber genetic resources: more than 1,000 wild and cultivated accessions in a 100-genotype core collection. **PLOS ONE**, v. 10, n. 7, e0134607, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4520663/>. Acesso em: 16 jun. 2019.

VIRGENS FILHO, A. C. Sistemas agroflorestais com seringueira. In: ALVARENGA, A. P. de; CARMO, C. A. F. S. (Ed.). **Seringueira**. Viçosa, MG: Epamig, 2008. p. 675-718.







CAPÍTULO

2

## Origem, Formação e Diversidade dos Solos do Acre

Eufran Ferreira do Amaral  
João Luiz Lani  
Nilson Gomes Bardales  
Edson Alves de Araújo





## Introdução

Os solos do estado do Acre se formaram a partir de depósitos sedimentares, com Idade Cenozoica (os sedimentos mais antigos têm entre 65 e 23,5 milhões de anos), da Formação Solimões (Brasil, 1976, 1977; Acre, 2000), que ocupam mais de 70% do território acreano (Cavalcante, 2006).

O embasamento cristalino da Bacia do Acre é representado pelo Complexo Jamari, a unidade litoestratigráfica mais antiga, que aflora em diminuta área da Serra da Jaquirana (Serra do Divisor), nas cabeceiras do Rio São Francisco, extremo oeste do estado. Compreende rochas gnáissicas, granulitos, anfibolitos, quartzo-dioritos e xistos (Cavalcante, 2006).

A Formação Solimões apresenta várias litologias, predominando em sua maior parte os argilitos com concreções carbonáticas e gipsíferas, ocasionalmente com material carbonizado (turfa e linhito), concentrações esparsas de pirita e grande quantidade de fósseis de vertebrados e invertebrados. Subordinadamente ocorrem siltitos, calcáreos siltico-argilosos, arenitos ferruginosos, conglomerados polimíticos e áreas com predominância de sedimentos arenosos (Passos, 2000).

Com tamanha variedade em sua composição litológica, é de se esperar que essa formação tenha dado origem a diversos tipos de solos (Brasil, 1976, 1977; Acre, 2000, 2006; Amaral, 2003; Bardales, 2005). Notadamente, há uma diferenciação clara na gênese dos solos da Bacia do Acre, em relação aos demais da Amazônia (Möller; Kitagawa, 1982; Volkoff et al., 1989; Gama, 1986; Martins, 1993), principalmente em relação à ocorrência de solos férteis com altos teores de cálcio e presença de argilas de atividade alta (Embrapa, 2006).

Grande parte do conhecimento dos solos da região é decorrente, principalmente, de levantamentos e estudos efetuados a partir do final da década de 1970, que se intensificaram nos últimos 20 anos (Brasil, 1976, 1977; Gama, 1986; IBGE, 1990, 1994; Silva, 1999; Araújo, 2000; Amaral et al., 2000a, 2001; Ribeiro Neto, 2001; Amaral, 2003; Melo, 2003; Bardales, 2005).

Este trabalho teve como objetivo estudar a gênese dos solos do Acre nos diferentes ambientes, bem como avaliar as características das ordens, que ocorrem a partir da estruturação de uma base de dados de perfis, que permita a gestão da informação para indicativos de uso. Dessa forma, testou-se uma hipótese, segundo a qual a bacia sedimentar em que está inserido o estado do Acre, por ter relação direta com o soerguimento da Cordilheira dos Andes, em posição de bacia no início dos dobramentos, tem uma gênese peculiar, combinada

a um pedoclima mais seco no passado, constituindo um quadro ambiental em que os solos apresentam características herdadas.

## Material e métodos

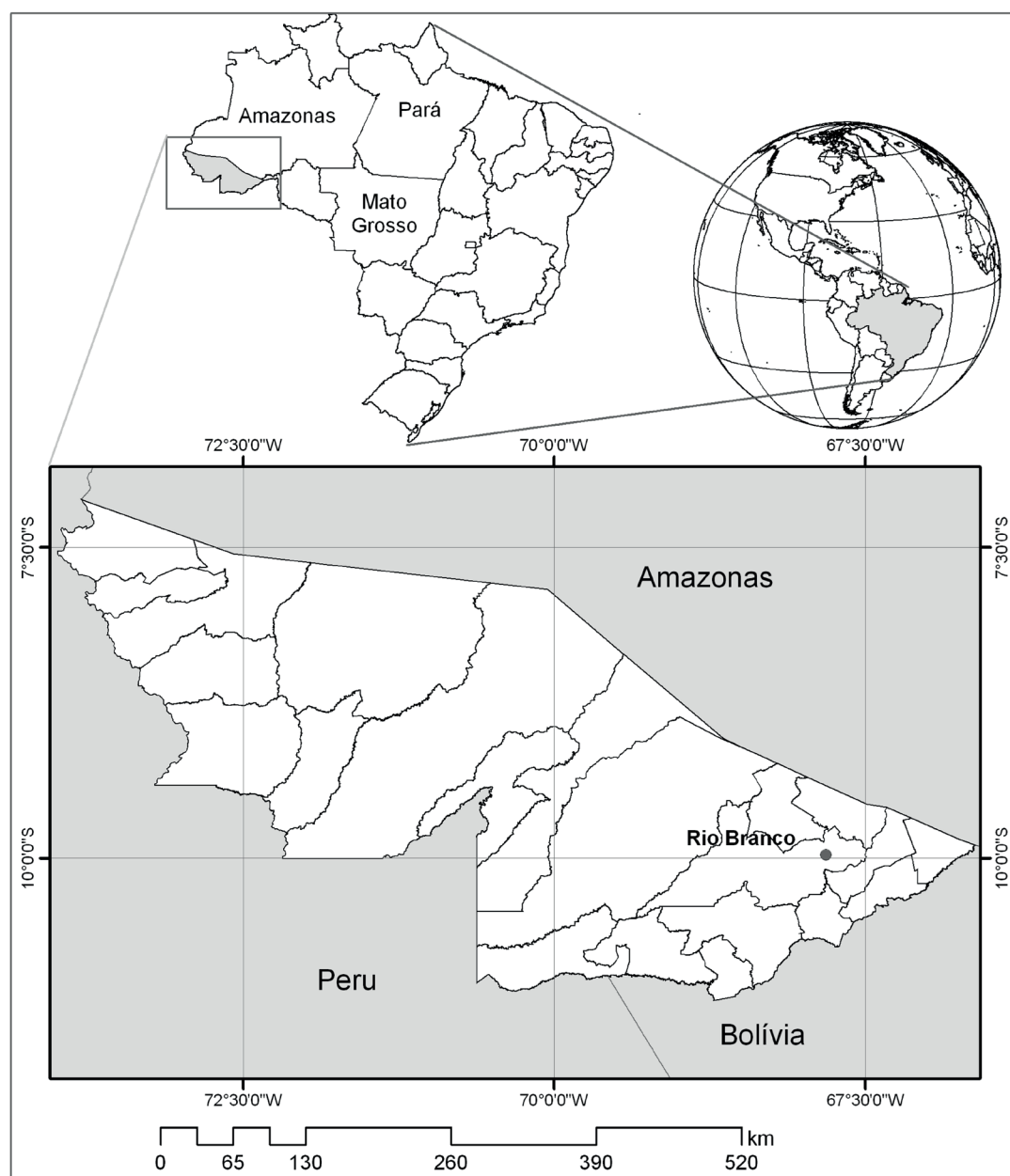
A área de estudo corresponde a toda extensão territorial do estado do Acre, que está situado no extremo sudoeste da Amazônia Brasileira, entre as latitudes de 7°7'S e 11°8'S e as longitudes de 66°30'W e 74°00'W. Segundo Acre (2006), sua superfície territorial é de 164.221 km<sup>2</sup>, correspondentes a 4% da Amazônia Brasileira e a 1,9% do território nacional (Figura 1).

O clima é o tropical úmido (Brasil, 1976). Apresenta índices pluviométricos elevados (média anual de 2.000 mm), com nítido período seco (Mesquita, 1996), com tendência à redução das médias no sentido norte-sul e incremento no sentido leste-oeste (Acre, 2000).

A área foi percorrida em quatro viagens de campo (Amaral et al., 2001; Lani; Amaral, 2002; Amaral, 2003; Bardales, 2005; Acre, 2006) nos anos de 2001 (16 perfis), 2002 (42 perfis), 2004 (18 perfis) e 2006 (44 perfis), quando foram selecionadas unidades fisiográficas representativas do estado do Acre e descritos os perfis de solo em trincheiras ou cortes de estradas. Posteriormente, foram feitas a descrição morfológica do perfil e coleta de amostras de cada horizonte (Santos et al., 2005) para análises laboratoriais (Figura 2).

Durante os trabalhos de prospecção, utilizaram-se a BR-364 (transecto leste-oeste) e BR-317 (transecto leste-sul) como eixos principais de deslocamento, enquanto as análises foram feitas em ramais e outras rodovias como a Transacreana AC-90 e a AC-40.

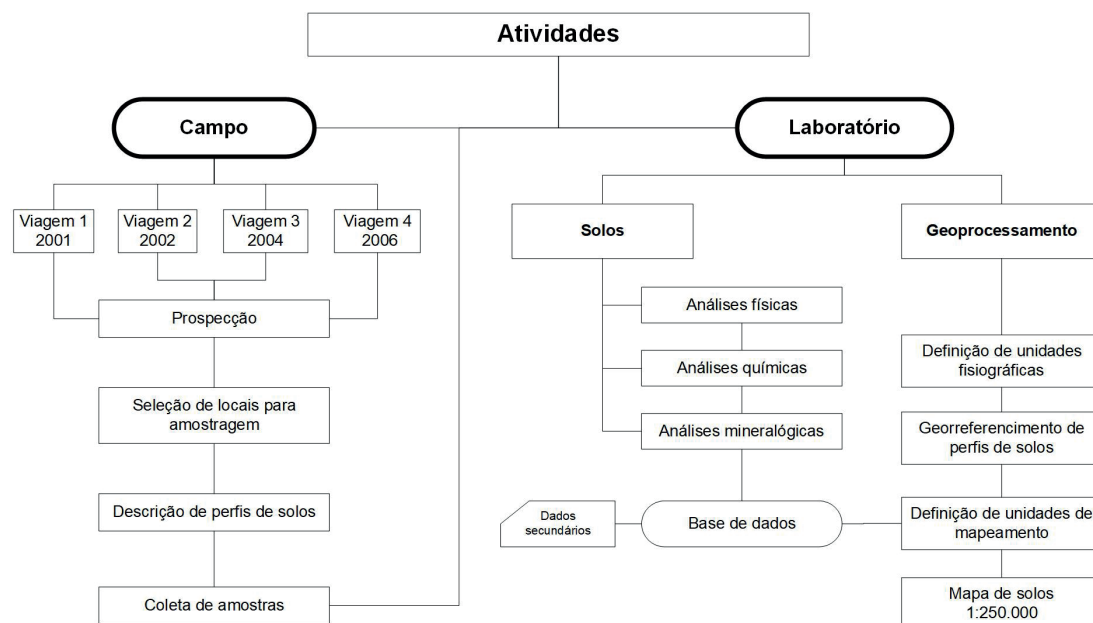
As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Os perfis descritos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2006).



**Figura 1.** Localização da área de estudo, no globo, no Brasil e com sua divisão político-administrativa com indicação da capital do estado do Acre, Rio Branco.

Fonte: Amaral (2007).





**Figura 2.** Organograma das atividades realizadas a campo e em laboratório.

## Análises físico-químicas

Para a análise granulométrica, utilizou-se o método da pipeta (Embrapa, 1997). Nas análises químicas, foram determinados o pH em água e KCl ( $1 \text{ mol L}^{-1}$  na proporção 1:2,5), o cálcio, magnésio e alumínio trocáveis, extraídos com solução de KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$  e quantificados por espectrofotometria de absorção atômica, e o alumínio trocável por titulação com solução de NaOH  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ . O potássio e sódio trocáveis foram extraídos com solução de HCl  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  e quantificados por fotometria de chama. A acidez potencial ( $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ) foi extraída com solução de acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  ajustada a pH 7,0, sendo determinada por titulação com solução de NaOH  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ . O fósforo disponível foi extraído com solução de HCl  $0,05 \text{ mol L}^{-1} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ } 0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  (Mehlich 1) e determinado por colorimetria (Defelipo; Ribeiro, 1997). O carbono orgânico total foi determinado por meio do processo de oxidação da matéria orgânica, por via úmida, com dicromato de potássio  $0,1667 \text{ mol L}^{-1}$  sem aquecimento (Walkley; Black, 1934). A titulação foi realizada com sulfato ferroso amoniacal  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  (Defelipo; Ribeiro, 1997).

O fósforo remanescente (P-rem) foi determinado, conforme Defelipo e Ribeiro (1997) e Alvarez et al. (2000).

## Análises mineralógicas

Na determinação da mineralogia por raios X, foram preparadas lâminas orientadas de argila natural dos horizontes B ou C amostrados (Embrapa, 1997). Inicialmente, separou-se a fração argila das demais frações. Em seguida, foram preparadas lâminas orientadas para difração de raios X. Utilizou-se um difratômetro Rigaku Geirgerflex D-Max, com tubo de cobalto, sendo o aparelho operado em 30 mA e 40 kV, na escala de 4 a 50°  $\theta$ . Ainda foram empregados tratamentos especiais (saturação com potássio, magnésio e solvatação com glicerol e aquecimento) para obtenção de informações adicionais, visando à identificação dos minerais (Besoain, 1985; Resende et al., 2005).

## Banco de dados pedológicos

De posse dos dados morfológicos, físicos e químicos, o banco de dados foi estruturado de acordo com a proposta de Cooper et al. (2005), constituído de um horizonte superficial e do horizonte subsuperficial diagnóstico, com inclusão de duas novas variáveis, ou seja, altitude e teores de fósforo.

A sistematização dos dados de perfis já coletados por outros autores (Tabela 1) foi realizada com a normatização da estrutura proposta do banco de dados.

**Tabela 1.** Fontes de informações de perfis de solos para construção da base de dados do estado do Acre.

Autor	Área de estudo	Escala	Perfil (nº)
Cooper et al. (2005)	Brasil	1:1.000.000	116
Bardales (2005)	Projeto Boa Esperança, município de Sena Madureira, estado do Acre	1:50.000	14
Amaral; Araújo Neto (1998)	Projeto de Assentamento Favo de Mel, município de Sena Madureira, estado do Acre	1:50.000	9
Amaral et al. (2000b)	Projeto Reca, fronteira do Acre com Rondônia	1:100.000	9
Melo; Amaral (2000)	Reserva Extrativista do Alto Juruá, município de Marechal Thaumaturgo, estado do Acre	1:100.000	15
Amaral et al. (2001)	BR-364 entre Cruzeiro do Sul e Rio Branco, estado do Acre	1:250.000	8
<b>Total</b>			<b>171</b>

Nos trabalhos de campo, que se estenderam de 2001 a 2006, foram coletados 120 perfis. Dessa forma, o banco de dados de perfis de solos do Acre ficou constituído de 291 perfis.

Para a realização das atividades de geoprocessamento, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS®, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlans, Califórnia (Ormsby et al., 2001).

A base cartográfica foi elaborada a partir dos novos limites municipais do estado do Acre (Acre, 2006), sendo utilizados os dados de hidrografia, curvas de nível, rede viária da base cartográfica oficial do estado do Acre (Acre, 2005), na escala de 1:100.000.

Para a análise fisiográfica, foram utilizadas imagens Landsat TM com composição colorida usando as bandas 3 (vermelho), 4 (vermelho próximo) e 5 (infravermelho médio) do ano de 2004 e imagem do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) do ano de 2002 com pixel de 90 m, ambas do acervo do Núcleo de Estudo de Planejamento de Uso da Terra (Neput) – Universidade Federal de Viçosa.

Utilizaram-se os dados climáticos da base do zoneamento ecológico econômico fase I (Acre, 2000), sendo remodelados por meio dos módulos de interpolação do ArcGIS 9.1.

Com os dados de altitude e de uso da terra associados à rede hidrográfica, foi realizada a digitalização para separação das diferentes unidades fisiográficas, as quais foram ajustadas e associadas com a base de dados de perfis, para definição das unidades de mapeamento e construção do mapa de solos e sua respectiva quantificação.

## Resultados e discussão

### Gênese da bacia e evolução dos solos

Pressupõe-se que a Bacia do Acre (que inclui todo o estado do Acre e parte sudoeste do Amazonas), que estava aberta durante todo o Cretáceo e Terciário Inferior (de 250 milhões a 23,5 milhões de anos antes do presente), em uma situação de borda continental, foi bloqueada pelo soerguimento da Cordilheira Oriental andina e transformou-se em uma bacia intracontinental (Asmus; Porto, 1973; Campos; Bacoccoli, 1973; Laporte, 1975).

Nesse período, o fluxo hídrico mudou drasticamente, o que é comprovado pelos planos frontais de estratificação cruzada da Formação Solimões, que mergulham para nordeste (Brasil, 1976) no sentido contrário ao fluxo hídrico atual.

Conforme Frailey et al. (1988), nessa região da Amazônia Ocidental, houve influência de um controle tectônico intermitente, que condicionou mudanças significativas no grau de intemperização dos sedimentos na Bacia do Acre, em comparação com os sedimentos da Bacia do Amazonas. Assim, a atividade tectônica inundou a bacia com sedimentos e cobriu-os antes do processo de intensa intemperização.

Segundo Almeida (1974), o padrão de drenagem festonada (dendrítico) atual indica o encaixe dos rios a um sistema de estratificação cruzada fluvial pretérita, que exerceu o controle dos cursos de água durante a gênese da bacia. Esse sistema fluvial pretérito, que foi de Sanozama (Amazonas, ao contrário), foi depositado por rios, que corriam no sentido geral de leste para oeste. Essa formação teria sido depositada do Plioceno superior ao Pleistoceno (2 milhões a 10 mil anos do presente) inferior e ocupou uma área aproximada de 950 mil quilômetros quadrados no Brasil.

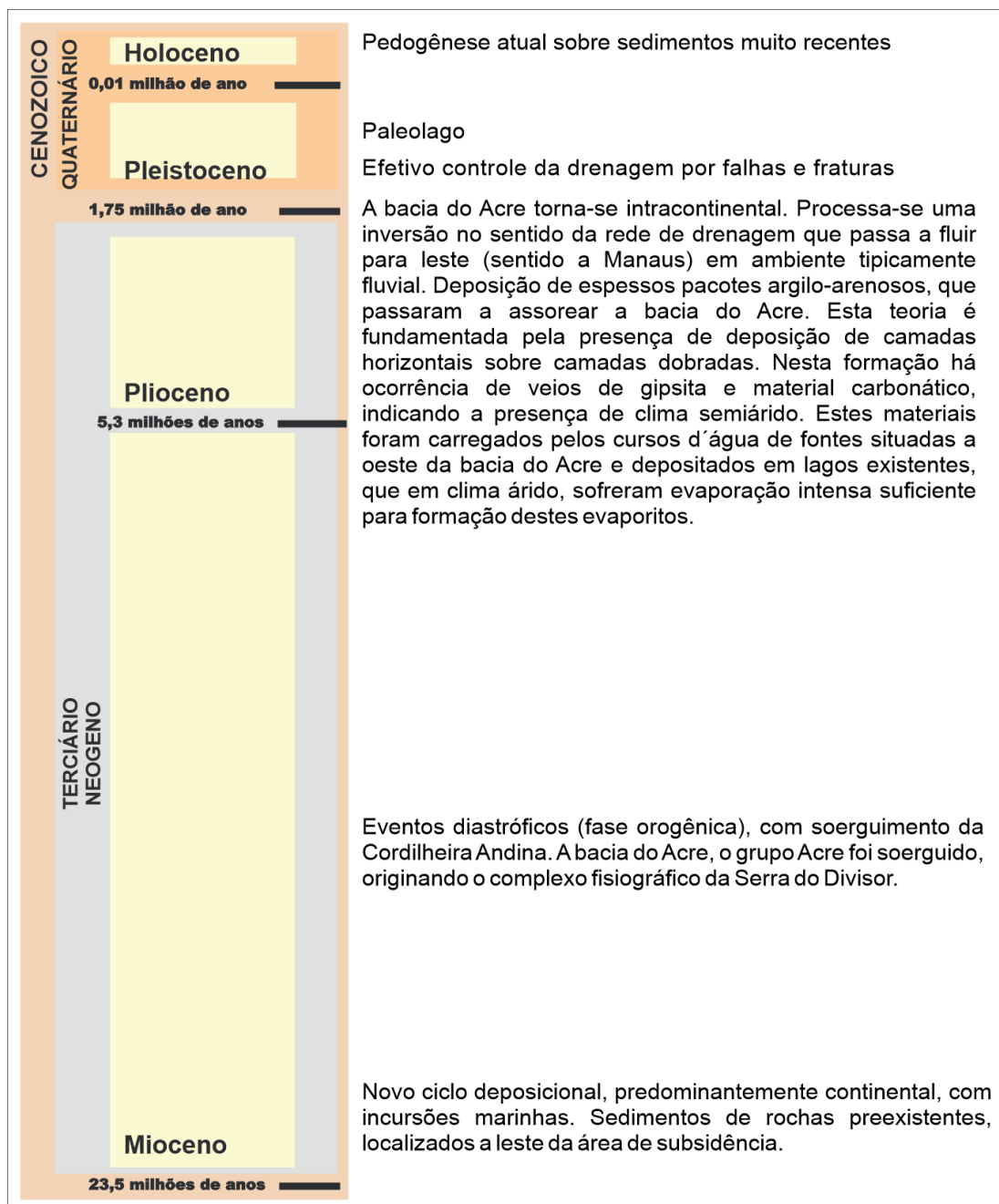
O levantamento geral das Cordilheiras dos Andes (Figura 3) teve o seu início no final do Cretáceo Superior (23,5 milhões de anos do presente) e atingiu seu clímax no Mioceno Superior, modelando o atual aspecto geográfico. Nessa fase, a Bacia do Acre passou por profundas alterações, além da inversão de seu sistema de drenagem, levantamentos, dobramentos e falhamentos, o que contribuiu para modelar a sua constituição geológica e geomorfológica (Leite, 1958).

A Serra do Moa (situada no extremo oeste do estado do Acre, na fronteira com o Peru) é uma dobra anticlinal, que se apresenta como última dobra a leste da Cordilheira Oriental (Moura; Wanderley, 1938) e pertence ao mesmo ciclo tectônico.

Associada à hipótese do Sanozama, há outra segundo a qual durante a formação do Amazonas existiu um grande lago na Amazônia. Essa hipótese foi muito discutida por vários autores (Sioli, 1973; Haffer, 1981; Irion, 1984). Frailey et al. (1988) sugerem que esse lago foi formado a partir dos movimentos tectônicos na Cordilheira dos Andes, que causaram um rebaixamento ativo e substancial da borda ocidental da Bacia Amazônica.

Frailey et al. (1988) ressaltam, ainda, a evidência de uma intensa distribuição de sedimentos finos no estado do Acre, que comprovariam a existência desse paleolago, denominado Lago Amazonas. Ranzi (2000) resalta o fato de que a presença de fósseis de vertebrados terrestres associados com restos de boto, peixe-boi, gigantescas tartarugas e diversos crocodilos indicam um ambiente temporário de savana nas margens de lagos de água doce e/ou salobra.





**Figura 3.** Eras geológicas, períodos, época e principais eventos na Bacia do Acre.

Fonte: Amaral (2007).

A teoria dos Refúgios Pleistocênicos (Haffer, 1974) ressalta que, nos eventos glaciais pleistocênicos, a Amazônia viveu climas mais secos, cujo resultado foi a redução da floresta úmida em áreas restritas e localizadas em regiões de maior altitude. Essa teoria é totalmente conciliável com a teoria do Lago Amazonas, uma vez que os refúgios estariam situados nas suas margens (Ranzi, 2000).

A hipótese do Lago Amazonas (Frailey et al., 1988) reforça a teoria, segundo a qual as condições geológicas, pedológicas e biológicas só podem ser bem entendidas a partir de um modelo de evolução da paisagem (Figuras 4A a 4D).

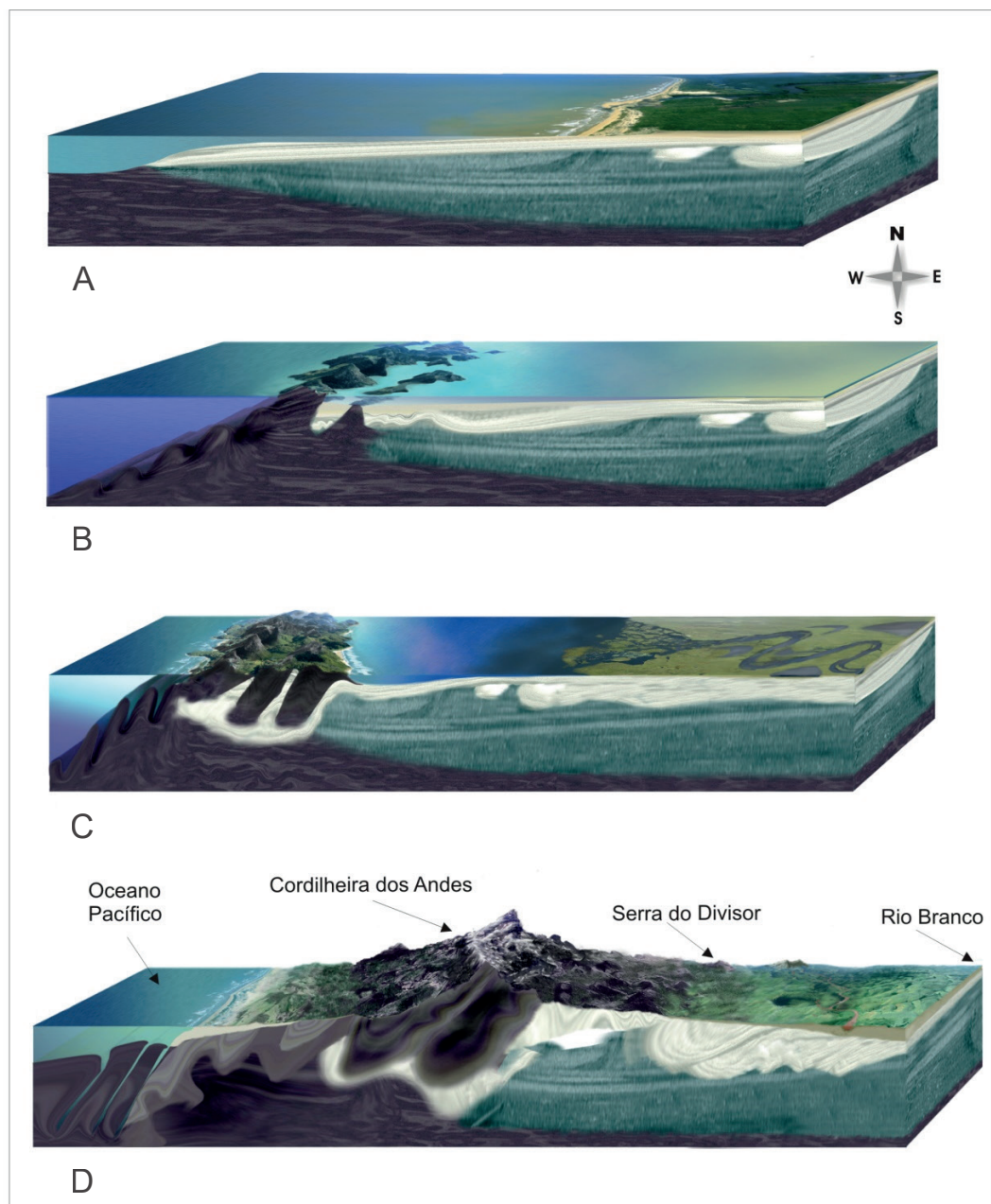
As evidências atuais da presença de gipsita ( $\text{CaSO}_4$ ) e concreções carbonáticas ( $\text{CaCO}_3$ ) nos solos (Kronberg et al., 1989, Amaral et al., 2001), fósseis de grandes répteis (Cunha, 1963; Ranzi, 2000) e pequena profundidade do solum (Amaral et al., 2000c) confirmam a presença de um ambiente oriundo do esvaziamento de grandes lagos, que recebiam os sais solúveis trazidos pelos rios (Brasil, 1976).

Sobre esse sistema flúvio-lacustre, que ocorreu na Amazônia Ocidental no Quaternário, houve atuação de um clima árido (Kronberg; Benchimol, 1992), que condicionou a formação de evaporitos. Atualmente, esse material se encontra distribuído na forma de carbonato de cálcio e sulfato de cálcio nos solos e sedimentos (Amaral et al., 2001; Lani; Amaral, 2002).

As principais mudanças climáticas e fitogeográficas, ocorridas durante o Quaternário, foram resultado de frequentes alterações glaciais e interglaciais, as quais produziam bruscas mudanças, como a troca de vegetação predominantemente de floresta para savanas, durante os períodos de clima mais frio e mais seco (Fish et al., 1998).

Concordando com essas mudanças climáticas, Ranzi (1991) sustenta que seria impossível a sobrevivência de mamíferos como Toxontidae (grandes animais que evoluíram para ocupar um nicho ecológico semelhante ao dos atuais rinocerontes e hipopótamos), Camelidae (camelídeo), Gomphoteridae (mastodonte), Megatheridae (preguiça-gigante) e Glyptodontidae (tatu) em outro ambiente que não fosse savana, cuja ocorrência está ligada ao último máximo glacial na Amazônia Sul-Ocidental.

Latrubesse (2000), a partir do modelo de circulação dos ventos (Iriondo, 1994; Iriondo; Latrubesse, 1994; Latrubesse; Ramonell, 1994; Ramonell; Latrubesse, 1991), ressalta que a extensão da aridez na Amazônia alcançou o seu clímax durante o Pleistoceno tardio. Provavelmente, nessa fase os sedimentos eólicos se estenderam sobre a parte central e norte da Amazônia e a vegetação de savana alcançou sua extensão máxima.



**Figura 4.** Evolução da paisagem da região de inserção do estado do Acre: sedimentação da borda continental (Sanozama) – fase I (A); compressão preliminar (transgressões marinhas) – fase II (B); formação de ilha em arco (inversão do sentido geral da drenagem, grandes lagos secundários e formação do Lago Amazonas) – fase III (C); clímax orogênico (Cordilheira dos Andes e Formação Solimões, paisagem atual) – fase IV (D).

Fonte: Amaral (2007).

Absy (1985), estudando o pólen encontrado em sedimentos, inferiu que durante parte do Holoceno (entre 5 mil e 3 mil anos passados), existiram grandes áreas de savanas na Amazônia, onde atualmente há floresta. Os diagramas de pólen indicam ainda que, no final do Pleistoceno, não existia floresta na região Amazônica. Entre os anos 4.000 e 2.100 antes do presente e em torno do ano de 700, ocorreram grandes variações das precipitações na região Amazônica, causando a redução expressiva no nível dos rios, que condicionaram mudanças significativas na fauna e na flora.

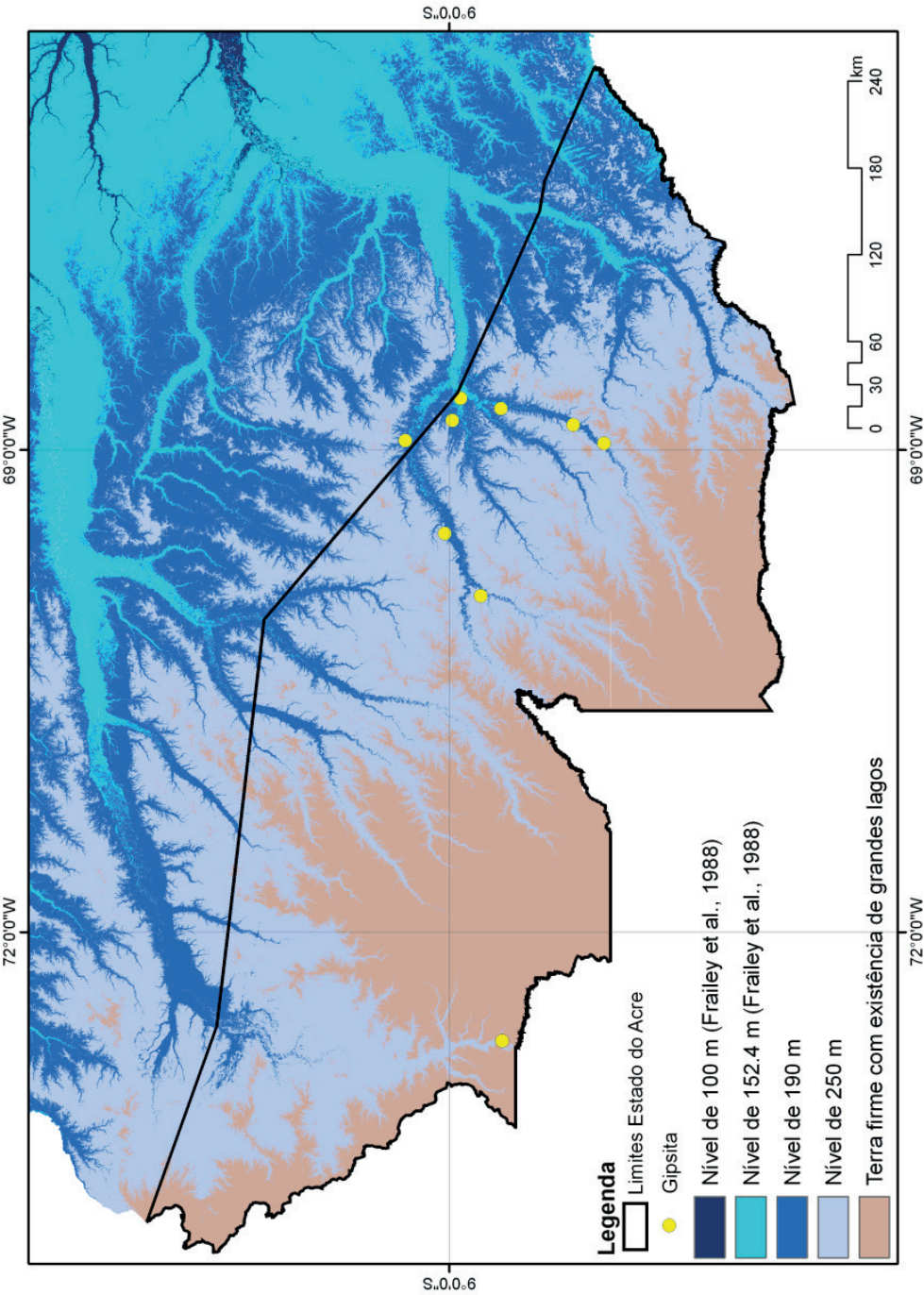
Utilizando os dados de Frailey et al. (1988), pode-se reconstruir o paleolago Amazonas com base no modelo digital atual e com as cotas definidas por ele para as margens do lago no modelo global. Considerando o nível de 100 m (Figura 5) no qual se tem a hipótese das margens do lago, quando em processo de drenagem durante a formação da drenagem atual, observa-se que os solos no território acreano não ficariam sob influência de hidromorfismo nesse período.

Considerando-se 152,4 m da paisagem atual como o nível das margens do lago, ainda assim apenas uma pequena porção do território teria ficado submersa (Figura 5). De acordo com os pontos de ocorrência de gipsita, é possível refinar o modelo das margens do lago, pois, para ocorrer a formação desses evaporitos, seria necessário que a área de ocorrência estivesse submersa e submetida a um clima árido, por determinados períodos. Nesse sentido, fez-se um ajuste das margens do lago para a cota 190 m, que indica uma maior extensão de áreas a serem atingidas no setor sudeste.

Embora englobando o relevo atual, essa simulação procura demonstrar a área de influência do lago, ou do conjunto de grandes lagos, sobre os solos do território acreano. Assim, na cota 190 m, ainda restavam pontos de gipsita fora da influência de hidromorfismo, o que indicou que seria necessária uma nova cota de 250 m, possibilitando que todos os pontos de gipsita estivessem sob influência da lâmina de água do lago.

Com essa cota, pode-se vislumbrar uma das áreas de refúgio, citadas por Prance (1973), que corresponde à região leste do Peru, onde atualmente está a Serra do Divisor, no extremo oeste do estado.





**Figura 5.** Reconstrução, a partir de dados do SRTM, da influência do Lago Amazonas no estado do Acre com base na presença de gipsita.  
Fonte: Amaral (2007).

A análise paleogeográfica tem como objetivo a interpretação histórica das principais propriedades da estrutura contemporânea das paisagens, a determinação dos fatores principais e as direções de evolução, o tempo em que se formaram as características principais da natureza e a ritmidade (Simões-Meirelles, 1997). Nesse sentido, a Formação Solimões reflete dois ambientes de deposição a serem considerados (Brasil, 1976):

- a) Uma sequência predominantemente pelítica, que demonstra condições relativamente calmas durante sua sedimentação, o que enfatiza o papel do Lago Amazonas.
- b) Uma sequência de topo com granulometria mais grosseira e enriquecimento de corpos arenosos de forma lenticular, que não possuem estratificação cruzada. Isso evidencia o aumento da torrencialidade das seções superiores, relacionadas a um ciclo ou a vários ciclos posteriores, em clima mais quente e úmido.

Em seus estudos Dias et al. (1976) detectaram a Falha do Iquiri, que corresponde ao atual limite leste da Bacia do Rio Acre e ao Arco de IQUITOS (Kronberg; Benchimol, 1992) e divide essa região em dois blocos sedimentares. O bloco ocidental encontra-se rebaixado em relação ao oriental, que possui uma espessura média de 330 m, enquanto o ocidental possui espessura de 140 m. Essa falha foi classificada como normal e encoberta (Brasil, 1976) e provocou uma reorganização da rede de drenagem e uma consequente sedimentogênese posterior, mais evidente na Bacia do Rio Acre, onde os processos pedogenéticos também foram mais intensos.

Sob um clima mais úmido, as argilas formadas são diferentes, como a caulinita. Assim, devido as suas características morfológicas e mineralógicas, o solo reflete o clima sob o qual se formou. Entretanto, o clima pode ter tido variações, com períodos mais secos ou mais úmidos, durante a formação dos solos atualmente observados, enquanto algumas características adquiridas durante esses períodos com clima diferente do atual podem ter sido conservadas nos solos até hoje (Lucas et al., 1993).

No Acre, em razão das condições de gênese da bacia, ocorrem situações peculiares no que se refere às características das ordens dos solos.

Para o estudo de um dos fatores de formação, conforme originalmente proposto por Jenny (1941), devem-se manter os outros fatores constantes. Por exemplo, para estudar os efeitos do clima durante a formação do solo devem-se manter constantes a ação do material de origem, relevo, biota e tempo. Dessa forma, Wysocki e Schoeneberger (1999) propõem que as variáveis sejam independentes, quando na realidade são covariantes. Assim, nessa discussão, considera-se como independente aquele fator em estudo associado a dados morfológicos e atributos químicos e físicos de perfis de solos representativos.

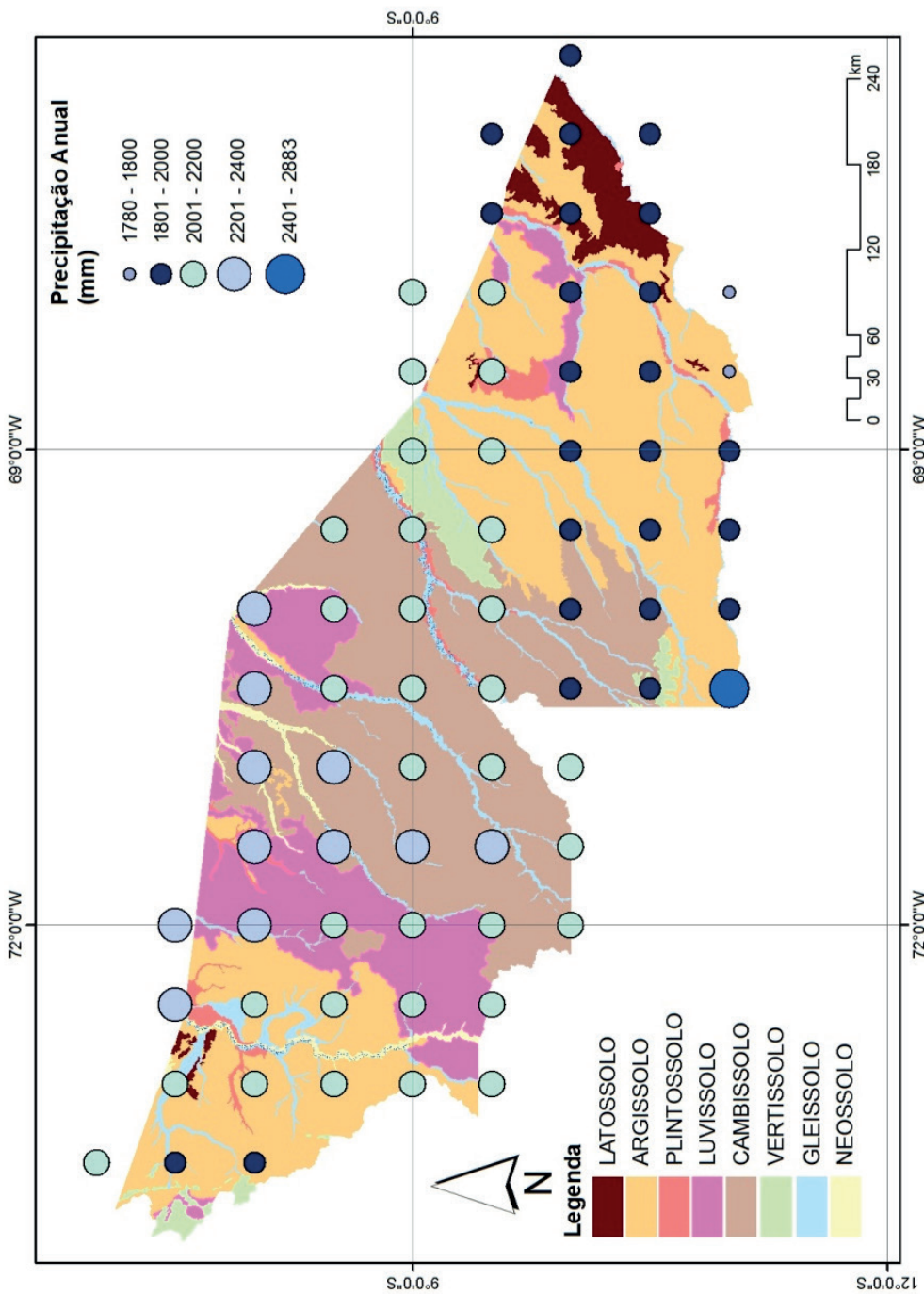
Os processos de formação ocorrem em uma escala de dezenas a milhares de anos, porém, as características morfológicas e físicas registram o clima, vegetação e/ou o ambiente durante o tempo de formação do solo (Wysocki; Schoeneberger, 1999). No caso dos solos do Acre, isso é particularmente importante, uma vez que as modificações climáticas, ocorridas no Quaternário tardio, alteraram o ambiente (principalmente a biota e as condições de temperatura e umidade) e deixaram a sua expressão nos solos.

## Clima

O clima no Acre é classificado como quente e úmido. As altas taxas de precipitação pluviométrica condicionam um total médio de precipitação anual de 2.057,7 mm  $\pm$  165,0 mm. A distribuição das chuvas segue uma tendência de redução no sentido noroeste-sudeste (Figura 6). No entanto, as profundidades dos solos (que poderiam indicar maiores taxas de intemperização) não seguem essa variação, com solos mais rasos concentrados em áreas de maior precipitação pluviométrica, como é o caso dos Cambissolos na região central do estado.

O solo é um corpo histórico, trazendo em seu bojo as marcas do paleoclima. Nesse caso, parece que a parte central do estado está mais relacionada a um paleoclima que seria mais seco, em razão de suas condições morfológicas (baixa profundidade, má drenagem, estrutura prismática e presença de gipsita), físicas (teores de silte elevados) e químicas (fertilidade alta). Os solos nas extremidades desse bloco estariam em uma condição de intermediários (como no caso dos Luvissolos) até atingir os Argissolos, que expressam um processo intensivo de eluviação e acúmulo de argila no horizonte B, formando o B textural. No extremo sudeste, ainda ocorrem os Latossolos, expressão máxima da ação de lixiviação de bases, com valores de CTC, no horizonte B ( $n = 5$ ) de Latossolo Vermelho, variando de  $0,3 \pm 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Em regiões áridas, toda a água da chuva que infiltra no solo é retida pelas partículas, ou movida por ascensão pela evaporação ou transpiração das plantas. Assim, os produtos dos processos de intemperização não são removidos do solo por lixiviação. Nas regiões úmidas, uma condição inversa predomina. Uma grande parte da água adicionada ao solo percola pelo perfil a certa profundidade até o lençol freático, para daí ser movimentada por percolação lateral e atingir os rios. Assim, os elementos dissolvidos são lixiviados (Jenny, 1941).

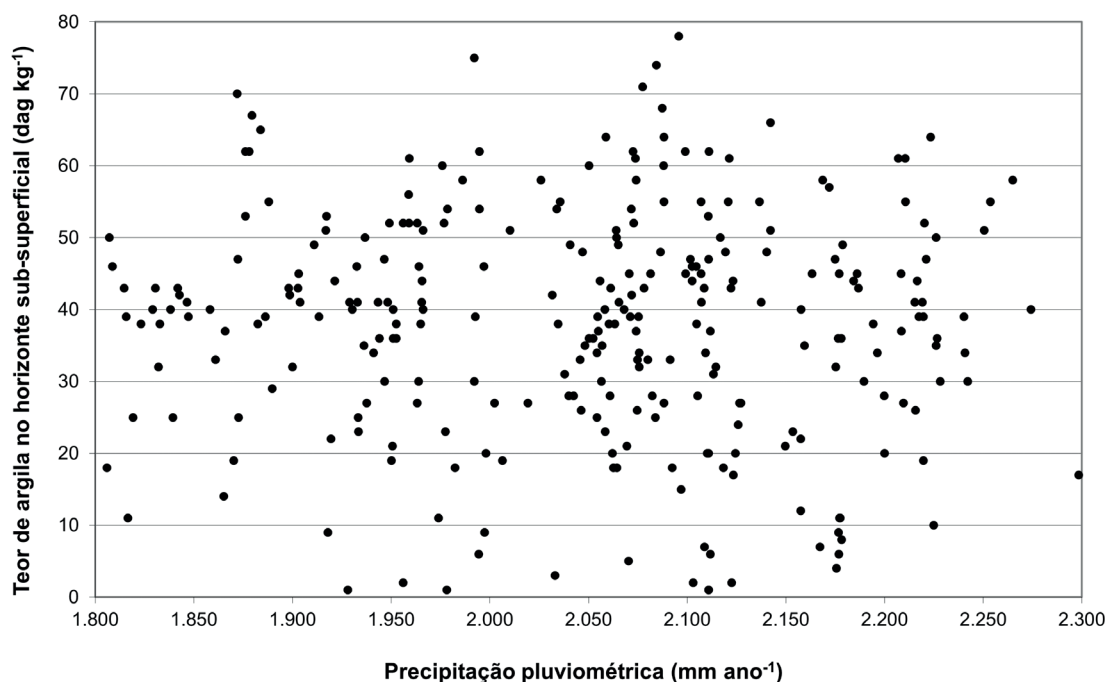


**Figura 6.** Precipitação pluviométrica anual e distribuição das ordens de solos no território acreano (base de dados de precipitação: ZEE/AC Fase II).  
Fonte: Acre (2006).



Utilizando os teores de cálcio como indicadores da presença de sais solúveis, observa-se no Acre um comportamento de solos de clima árido, principalmente nos Vertissolos e Cambissolos, onde os teores de cálcio são extremamente elevados, atingindo, respectivamente,  $23,0 \pm 10,2$  ( $n = 9$ ) e  $12,8 \pm 12,2$  ( $n = 41$ )  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , no horizonte subsuperficial. No outro extremo, têm-se os Latossolos com teores de cálcio baixos ( $0,1 \pm 0,2 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) e os Argissolos com teores de  $0,8 \pm 1,9 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . Nesse caso, existe uma relação mais direta com o clima atual, o primeiro pelos processos intensos de lixiviação e o segundo pela formação do horizonte B textural.

Embora a média anual de precipitação seja alta, existe uma amplitude de variabilidade de mais de 1.000 mm anuais, que poderiam condicionar uma relação entre as características dos solos e as chuvas, conforme Coffey (1912) observou em solos dos Estados Unidos da América. Na Figura 7, na qual se tem a relação com a precipitação e o teor de argila no horizonte subsuperficial de 255 perfis coletados no estado do Acre (retirando-se as ordens dos Gleissolos em função de sua textura com caráter mais siltoso e os Neossolos em função de sua variabilidade textural), observa-se que não existe uma correlação entre essas duas variáveis ( $r = -0.0382$ ), e para uma mesma precipitação há variabilidades em fator de 10 no teor de argila.

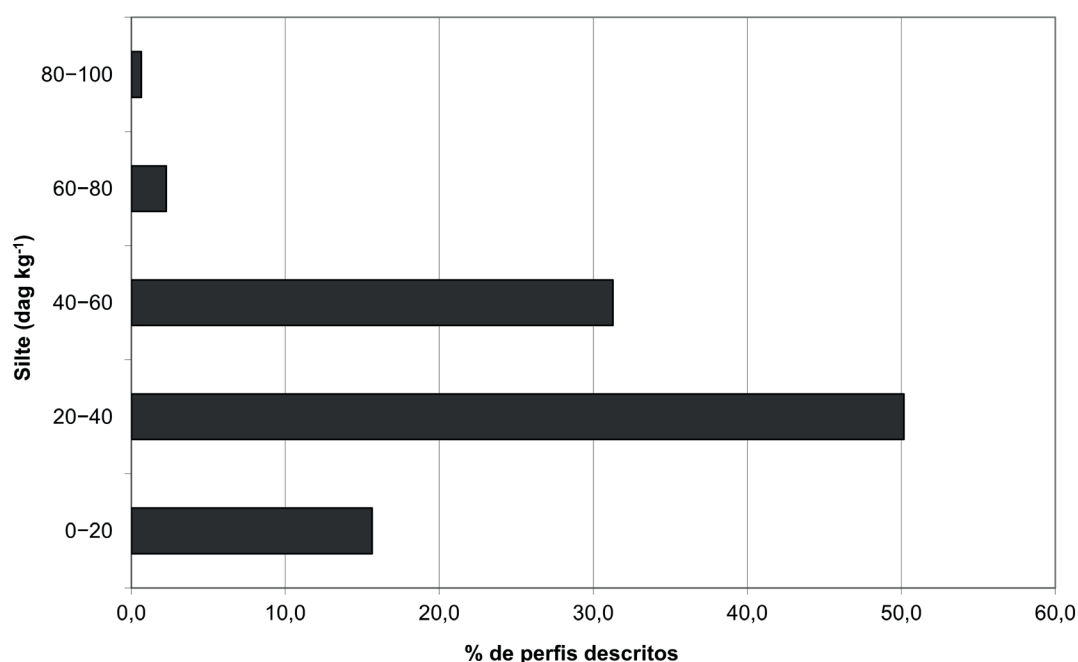


**Figura 7.** Teor de argila no horizonte subsuperficial dos solos do estado do Acre derivados de sedimentos de vários materiais de origem ( $n = 255$ ) e sua relação com a precipitação pluviométrica anual.

As altas temperaturas condicionam uma maior taxa de intemperização (Jenny, 1941), ou seja, em regiões tropicais, a taxa de intemperismo é três vezes mais rápida que em regiões temperadas e nove vezes mais rápida que em regiões de clima polar. No Acre, as temperaturas são altas durante todo o ano, porém entre abril e outubro ocorre uma redução que dura aproximadamente 4 dias, em que a menor média já registrada foi de 8 °C (Brasil, 1976).

O clima atual ainda não tem uma influência direta na formação dos solos do Acre, que parecem estar mais associados às condições climáticas pretéritas, principalmente, aquelas nas quais a aridez predominou. Essas condições são mantidas, em parte, pela predominância de sedimentos pelíticos, pouco permeáveis. Nos perfis descritos, 56% apresentam mais de 30% de silte em sua composição granulométrica (Figura 8).

O clima atual favorece a latolização, porém ainda não houve tempo suficiente e o sistema é conservador. Nesse caso, quando mais arenoso, o material de origem favorece o processo de latolização. No entanto, como a bacia sedimentar é formada por estratos de composição diferenciada, mesmo os solos arenosos podem ter camadas argilosas, que impedem a drenagem interna do perfil.



**Figura 8.** Distribuição dos teores de silte no horizonte subsuperficial de perfis de solos descritos no Acre (n = 307).

## Material de origem

Praticamente, todo o território acreano é recoberto por rochas sedimentares, com ocorrência de afloramento do cristalino apenas no extremo oeste (Serra do Divisor). A maior extensão é ocupada pela Formação Solimões, onde ocorrem desde solos mais intemperizados como Latossolos até solos jovens como os Vertissolos.

Os sedimentos de ambiente redutor da Formação Solimões (Figura 9) seriam, em geral, abundantemente fossilíferos, micáceos, localmente calcíferos. Os níveis de linhito estão, na maioria das vezes, piritizados e gradam inferior e superiormente para argilitos carbonosos. A seção de ambiente oxidante, Formação Ramon, compõe-se de argilitos, siltitos e arenitos e apresenta coloração avermelhada, arroxeada, amarelada e esbranquiçada, sendo comum a ocorrência de todas essas tonalidades em conjunto (Bezerra, 2003).

Dessa forma, na porção mais redutora, os sedimentos são mais finos, impedindo a percolação da água, caracterizando uma drenagem deficiente e a formação de solos aclimáticos, conforme descrito por Jenny (1941). Nesse caso, embora sob forte influência do clima quente e úmido, as características do material de origem permitem a manutenção de um pedoclima mais seco, que diminui a taxa de intemperização, condicionando a ocorrência de solos jovens.

Nos locais onde o sedimento é mais arenoso (cobertura detrítico-laterítica pleistocênica), há maior infiltração de água e maior taxa de intemperização, que condicionam solos mais profundos.

Dentre os solos já descritos e sistematizados no estado ( $n = 307$ ), 45% possuem até 155 cm de profundidade e 73% são profundos (Figura 10). Os solos mais rasos ocorrem na região central do estado, que também está relacionada a sedimentos mais finos, onde o  $K_i$  é mais elevado (Figura 11).

Para compreensão sobre o material de origem como fator de formação, foi estruturada uma cronossequência, considerando-se os solos em uma provável sequência de intemperização, desde os mais intemperizados (Latosolos) até os mais jovens, como os Cambissolos e Vertissolos. Essa forma de estudar as relações de tempo e material de origem foi proposta por Jenny (1941). Esse transecto se estende de leste e oeste para o centro do estado, seguindo o incremento do índice  $K_i$  (Figura 11).

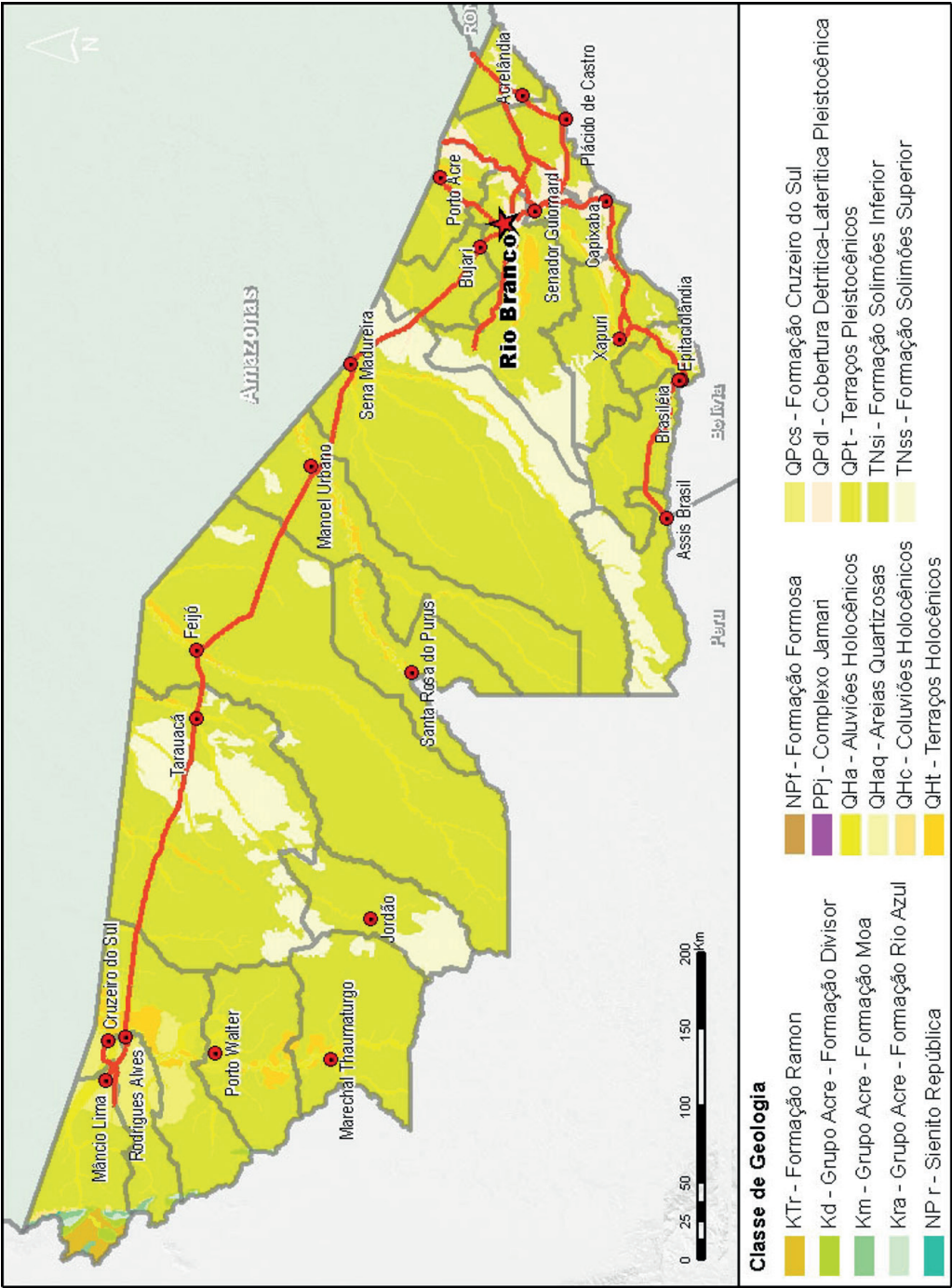
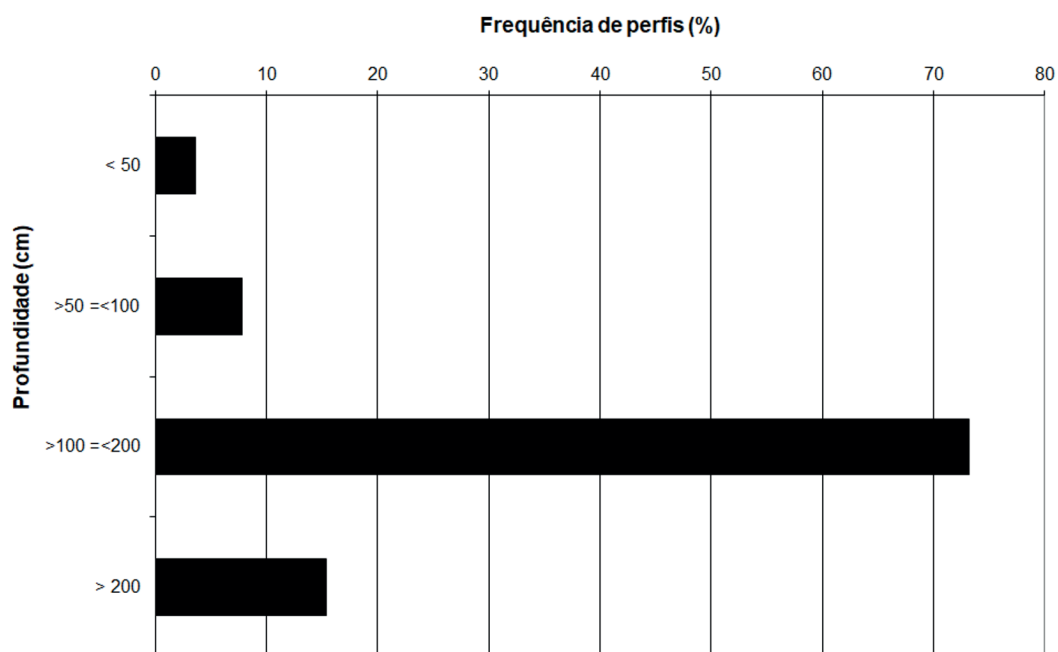


Figura 9. Mapa geológico do estado do Acre.

Fonte: Acre (2006).





**Figura 10.** Histograma de frequência das profundidades dos perfis de solos descritos no estado do Acre (n = 307).

Os dados de Cooper et al. (2005) mostram uma média de valor  $K_i$  no horizonte B de  $2,16 \pm 1,17$  (n = 5.637) no Brasil, enquanto os dados médios de  $K_i$  para o estado do Acre são  $2,57 \pm 1,17$  (n = 290). Assim, de maneira geral, os solos do estado do Acre são menos intemperizados que os do restante do Brasil. Uma análise da macroescala da paisagem mostra a ocorrência de solos mais intemperizados no extremo leste do estado. No entanto, em uma escala local, ocorrem variações de intemperização relacionando os solos na paisagem, conforme observado em vários pontos de convergência, como a ocorrência de Argissolos associados aos Latossolos ou Luvisolos associados aos Argissolos.

No difratograma (Figura 12) realizado na amostra de argila natural de um dos perfis de Latossolos descritos, observa-se a ocorrência de caulinita, que segundo Resende et al. (2005) é comum para solos brasileiros e já havia sido descrita para solos da Amazônia por alguns autores (Möller, 1986; Santos, 1993).

A formação de caulinita nos solos implica condições ambientais, que promovam a lixiviação de bases, perdas de silício e tenham excesso de hidrogênio (Besoain, 1985). No extremo leste do estado do Acre, as condições de acidez e altas taxas de precipitação pluviométrica são predominantes e condicionam a formação de minerais de argila do tipo 1:1 (caulinita).

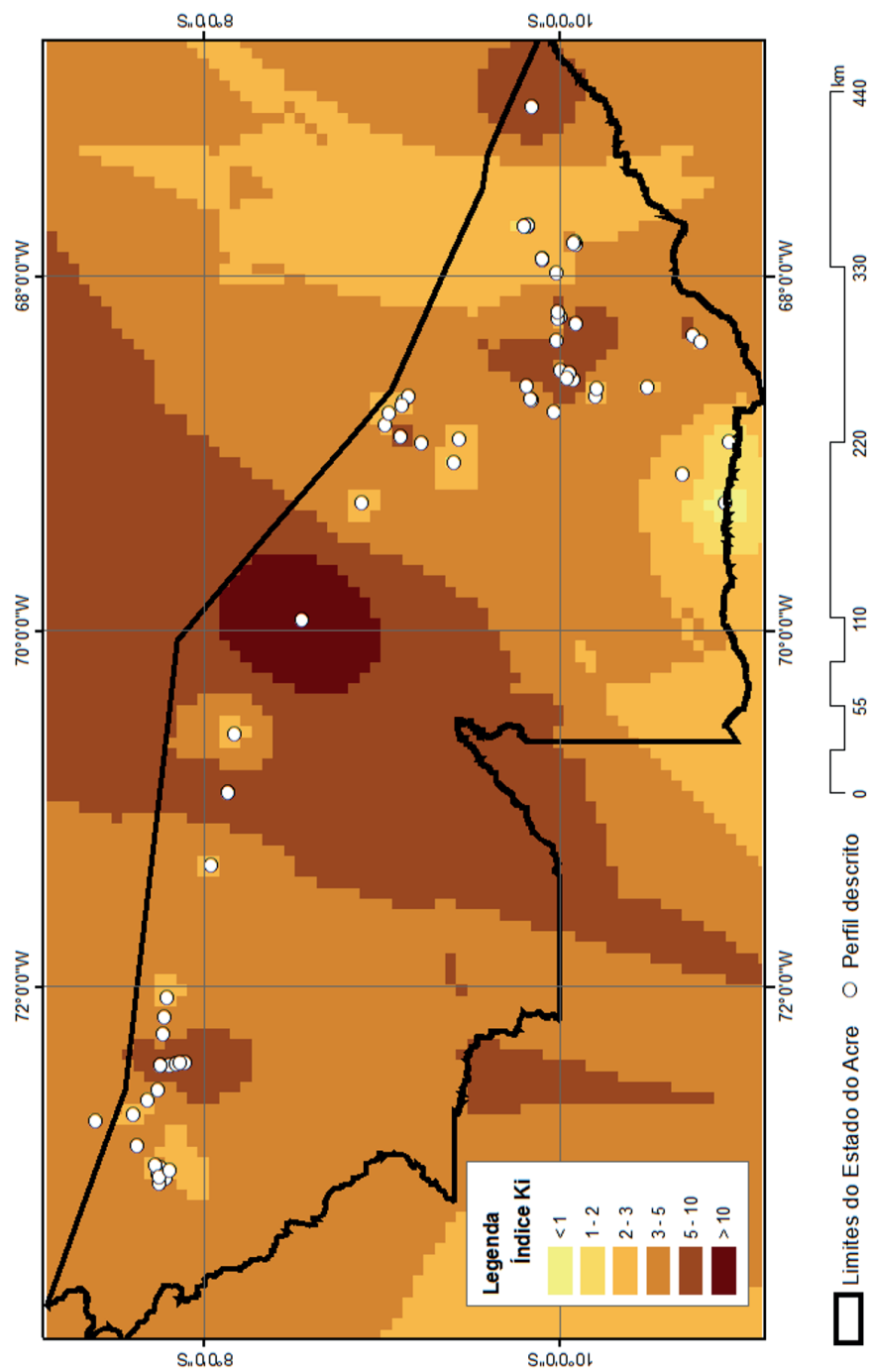
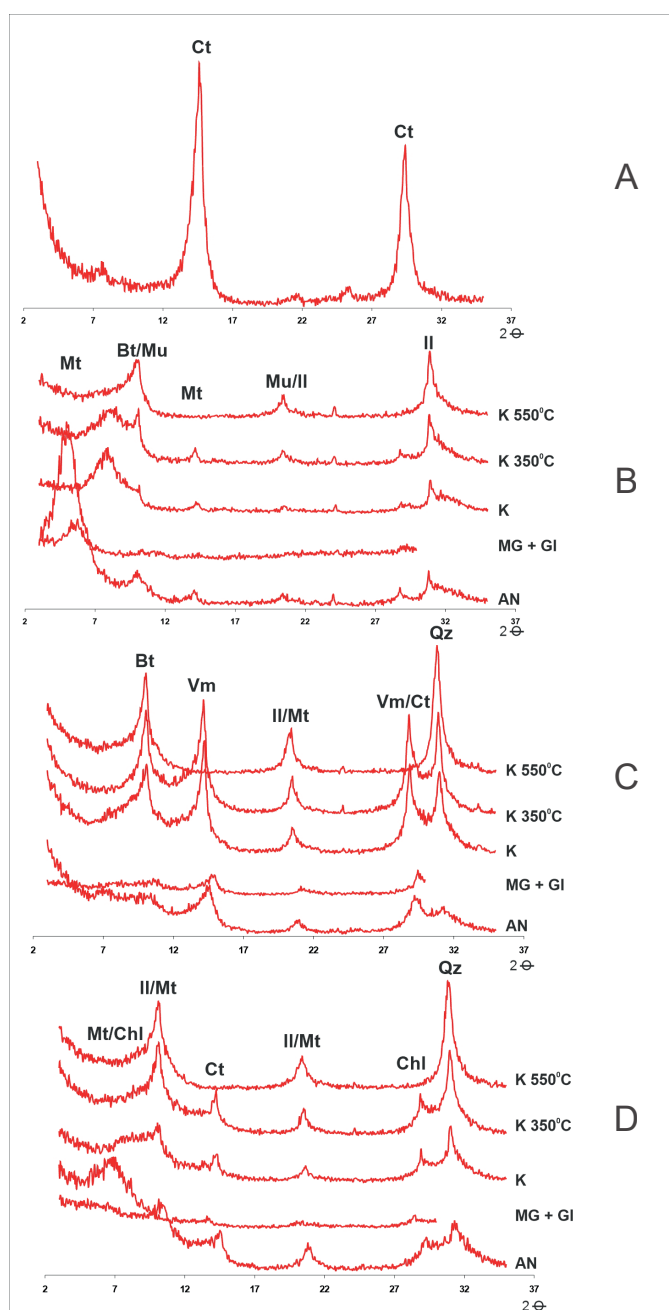


Figura 11. Modelagem da variação do Índice Ki no horizonte B de solos do estado do Acre (n = 7), utilizando o interpolador IDW (Inverse Distance Weighting).



**Figura 12.** Difratomogramas de horizonte subsuperficial de perfis de solos representativos das ordens de ocorrência no estado do Acre, submetidos a diferentes tratamentos (K 550 °C – saturação com potássio e aquecimento a 550 °C; K 350 °C – saturação com potássio e aquecimento a 350 °C; K - K 550 °C – saturação com potássio; MG + GI – saturação com magnésio e glicerol; AN – argila natural), agrupados por solos maduros (Latosolos – A) e intermediários (Plintossolo – B, Luvissolo – C, Argissolo – D).

Os minerais estão identificados com os códigos: Bt – biotita; Ct – caulinita; Chl – clorita; Il – ilita; Mt – montmorillonita; Mu – muscovita; Qz – quartzo; Vm – vermiculita.

Além dos aspectos de identificação, o difratograma pode servir de referência para determinação do grau de cristalinidade e do tamanho da partícula; assim, quanto mais largo é o pico do difratograma, menor o tamanho da partícula ou pior grau de cristalinidade (Resende et al., 2005). Para o perfil analisado, a caulinita apresenta maior cristalinidade, o que pode ser comprovado pelas condições morfológicas predominantes (como a presença de estrutura granular e em blocos) do perfil e pela profundidade do solum (> 2,0 m), que expressam um alto grau de evolução.

As principais micas presentes nos solos ou em rochas, que atuam como material de origem de solos, são muscovita e biotita (Dixon; Weed, 1977).

A ocorrência de biotita foi identificada em Plintossolo e em Luvisolo, indicando que, apesar de estarem as duas ordens no grupo dos solos intermediários, nos Luvisolos, a biotita apresenta-se com maior cristalinidade, indicando serem solos mais jovens e, portanto, possuírem maiores teores de nutrientes disponíveis (Figura 12).

Nos Plintossolos, os estudos de Möller (1986) e Rego (1986) indicaram a presença de caulinita, illita, montmorillonita, quartzo e óxidos de ferro, o que aparentemente demonstra que os Plintossolos do Acre têm uma maior relação com seu material de origem, com a presença de minerais primários, como a biotita. Ribeiro Neto (2001) encontrou, para Plintossolo, a presença de quartzo, caulinita, illita, vermiculita com hidróxi-Al entrecamadas (VHE) e esmectita, o que demonstra solos menos evoluídos pedogeneticamente (devido às condições de relevo, posição na paisagem e restrição de drenagem) e concorda com outros trabalhos já realizados no Acre (Silva, 1999; Amaral, 2003; Bardales, 2005).

A muscovita faz parte do grupo das micas verdadeiras e é, depois da biotita, a mica mais comum da litosfera, diferenciando-se pelo maior teor de potássio (Kampf; Curi, 2003). No entanto, a existência de muscovita em solos é menos frequente do que parece. Muito do material micáceo atribuído à muscovita corresponde a formas alteradas, ou hidratadas, ou estruturas interestratificadas de muscovita (Besoain, 1985). A muscovita é uma mica de difícil alteração e por essa razão pode aparecer nas frações areia e silte dos solos (Dixon; Weed, 1977).

A illita foi identificada nos Plintossolos, o que não havia ocorrido em estudos anteriores (Möller, 1986; Rego, 1986) e pode estar associada ao ambiente conservador de ocorrência desses solos.

Em geral, as cloritas são herdadas como materiais primários, encontrados em rochas metamórficas e ígneas ou podem ser produtos de outros minerais, como a biotita (Dixon; Weed, 1977). No caso dos solos do Acre, a presença de clorita está relacionada à intemperização da biotita.

A diferença entre as micas e as cloritas é, basicamente, o material presente nas entrecamadas 2:1 que pode ser à base de alumínio ou magnésio (Kampf; Curi, 2003). Esse processo de formação é denominado de cloritização (Besoain, 1985). A ocorrência desse mineral evidencia a presença de hidróxidos nas entrecamadas, conforme postulado por Silva (1999). O alto teor de alumínio encontrado evidencia que, durante a formação desses



minerais nos solos do Acre, a lâmina de hidróxido entrecamadas é constituída de alumínio (gibbsita) (Kampf; Curi, 2003).

As vermiculitas, muito comuns nos solos (Besoain, 1985), são produtos de alteração das micas (Kampf; Curi, 2003). Foram identificadas nos Luvisolos e com alto grau de cristalinidade, indicando que essa ordem está no grau evolutivo menor, apesar de sua maior profundidade que os Plintossolos.

Macewan (1961) cita que o potássio das micas está submetido à diminuição por equilíbrio químico com a solução do solo, íons de troca e água, o que deve produzir, nos solos, o processo de transformação do tipo:



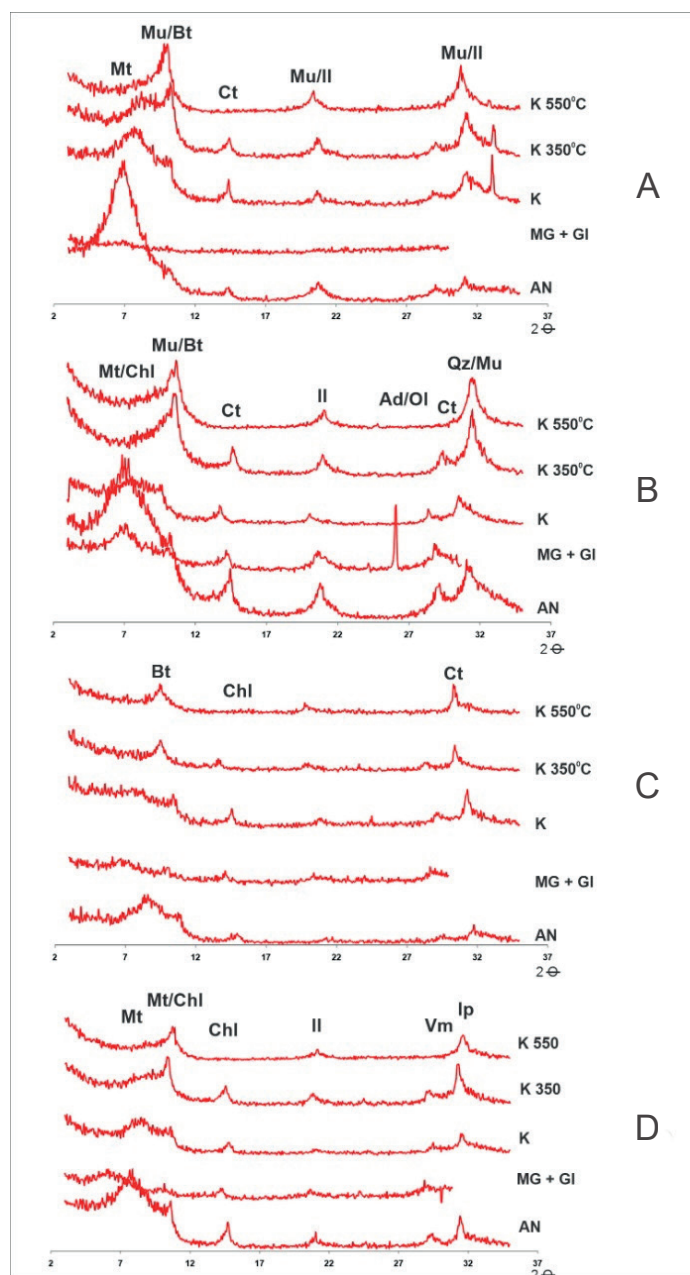
A ilita está presente nos Plintossolos, Luvisolos e Argissolos e já foi identificada para Plintossolos, por Rêgo (1986).

A diferença fundamental entre a montmorillonita e a vermiculita é a quantidade de carga estrutural, que se reduz na montmorillonita (Besoain, 1985). Ela foi constatada nos Plintossolos, Luvisolos e Argissolos, indicando ser, nesse caso, produto de intemperização das micas sendo já identificada para Plintossolos e Argissolos (Gama, 1986; Martins, 1993; Möller, 1986).

Ainda ocorreram formas menos cristalinas de caulinita nos Argissolos, indicando ser essa a ordem que se situa mais próxima dos Latossolos, em uma escala de evolução.

Dessa forma, considerando a mineralogia nos solos maduros e intermediários, a sequência de evolução ocorreria na seguinte ordem: Latossolos, Argissolos, Plintossolos e Luvisolos, que seriam os menos evoluídos e com maior presença de minerais primários.

Para a mineralogia dos solos mais jovens (Figura 13), além da ocorrência dos minerais já citados, foi identificada a presença da anidrita (sulfato de cálcio não hidratado) que constitui um dos principais minerais dos depósitos de evaporação de lagos (Besoain, 1985). Nesse caso, sua ocorrência nos Vertissolos enfatiza o seu papel como indicador de paleoambientes, uma vez que um ambiente lacustre predominante nessa área ocorreu em épocas passadas.



**Figura 13.** Difratogramas de horizonte subsuperficial de perfis de solos representativos das ordens de ocorrência no estado do Acre, submetidos a diferentes tratamentos (K 550 °C – saturação com potássio e aquecimento a 550 °C; K 350 °C – saturação com potássio e aquecimento a 350 °C; K - K 550 °C – saturação com potássio; MG + GI – saturação com magnésio e glicerol; AN – argila natural), agrupados por solos jovens (Cambissolo – A, Vertissolo – B, Gleissolo – C, Neossolo – D).

Os minerais estão identificados com os códigos: Ad – anidrita; Bt – biotita; Ct – caulinita; Chl – clorita; Il – illita; Ip – lepidocrocita; Mt – montmorillonita; Mu – muscovita; Ol – olivina; Qz – quartzo; Vm – vermiculita.

Os minerais secundários, como a lepidocrocita, um óxido de ferro mono-hidratado (Fontes, 2002), são formados pela rápida oxidação dos componentes e contêm íons  $\text{Fe}^{2+}$ , quando a concentração de  $\text{CO}_2$  é baixa (Besoain, 1985). Nesse caso, o ambiente de flutuação do lençol freático e de deposição de sedimentos, com alteração na disponibilidade de  $\text{CO}_2$ , contribui para a formação desse mineral nos Neossolos Flúvicos.

A mineralogia interfere, diretamente, na disponibilidade de cargas no solo. No setor leste do estado, ocorrem os solos com menor CTC e, à medida que se avança para oeste (região de domínio dos Cambissolos e Vertissolos), há um incremento significativo na capacidade de troca de cátions, que atinge valores de até 39,3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> (Figura 14). Valores semelhantes (40,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>) já haviam sido descritos por Rodrigues (1996), em solos do Acre.

Naqueles solos em que há condições de má drenagem associada à flutuação do lençol freático, como nos Gleissolos e Neossolos Flúvicos, os minerais possuem menor cristalinidade, evidenciando o caráter conservador desses ambientes. Os Gleissolos também possuem uma menor diversidade mineralógica que os Neossolos Flúvicos descritos. Para os Gleissolos, Möller (1986) identificou a ocorrência de montmorillonita/vermiculita, caulinita, mica, quartzo e feldspato, enquanto, no presente estudo, foram identificadas biotita e clorita.

Nos Cambissolos, foram identificadas montmorillonita, muscovita, biotita, ilita e caulinita. Além desses minerais, Möller e Kitagawa (1982) identificaram também quartzo e amorfos. Essa diversidade mineralógica enfatiza o caráter de menor idade relativa desses solos e a diversidade mineralógica do material de origem sedimentar.

De acordo com suas características mineralógicas, os solos do Acre podem ser agrupados na seguinte sequência de maturidade (mais jovem → mais desenvolvido):

Neossolo Flúvico → Gleissolo → Vertissolo → Cambissolo → Luvisolo → Plintossolo  
→ Argissolo → Latossolo

## Relevo

Enquanto fator de formação do solo, o relevo denota a configuração da superfície (pedoforma) e pode modificar o perfil de três maneiras: a) facilitando a absorção e retenção de água de precipitação; b) influenciando o grau de remoção de partículas do solo pela erosão; e c) facilitando a movimentação de materiais em suspensão ou em solução, para outras áreas (Jenny, 1941).

Assim, pode-se trabalhar no conceito de que o relevo dá condições para a ação da água no perfil de solo. Nesse contexto, considerando os dados de clima constantes com a alta taxa média anual constante, podem-se analisar alguns dados físicos e químicos do horizonte A dos solos do Acre agrupados pela drenagem (Tabela 2). Os dados mostram que, nos solos bem drenados, os teores de argila em superfície são menores, evidenciando os efeitos da água no transporte de material em suspensão e a intensificação dos processos erosivos.

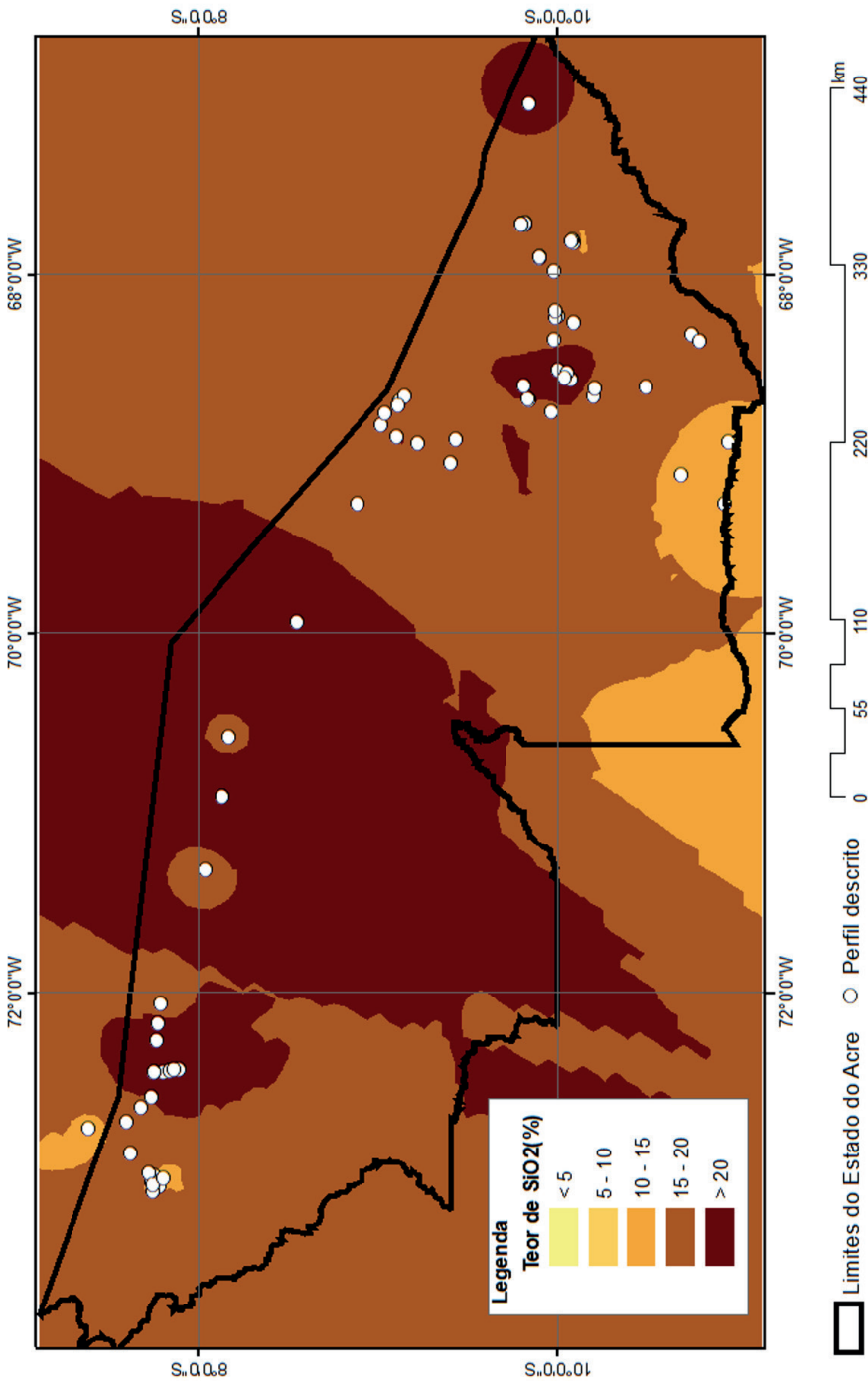


Figura 14. Modelagem da variação no teor de SiO<sub>2</sub> (%) no horizonte B de solos do estado do Acre (n = 78) utilizando o interpolador IDW (Inverse Distance Weighting).



**Tabela 2.** Dados físicos e químicos de horizonte A dos solos do Acre, agrupados conforme as condições de drenagem (n = 285).

Drenagem	Perfil	Argila	Carbono orgânico	pH	P	Ca	Soma de bases
		----- dag kg <sup>-1</sup> -----			mg dm <sup>-3</sup>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	
Solos bem drenados	101	19±12,2	1,8±1,0	4,6±1,0	5,8±5,6	5,2±8,4	6,8±9,6
Solos moderadamente a mal drenados	184	23,6±13,9	1,9±1,7	5,1±0,8	7,0±7,5	9,2±11,3	11,6±13,0

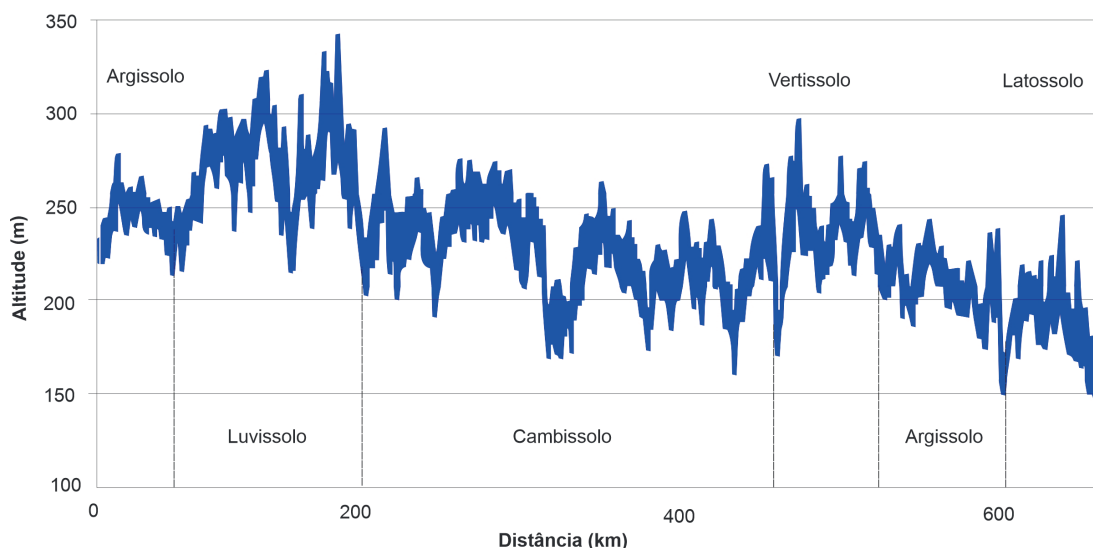
Os dados químicos dos solos, agrupados de acordo com grandes categorias de drenagem, enfatizam o papel da água associada com o relevo de ocorrência enquanto fator de formação dos solos. Nos solos bem drenados, os teores de matéria orgânica, fósforo, cálcio, soma de bases e o pH tendem a ser menores, enfatizando a ação da água nos processos de lixiviação. Nos solos moderadamente drenados, entretanto, há tendência de maiores teores, indicando um ambiente mais conservador e com uma ação da água no sentido de remoção de material superficial.

Os solos mais profundos e mais desenvolvidos, que ocorrem no território acreano (Latossolos), estão em uma situação de menor altitude relativa para os perfis descritos (212 cm ± 23 cm) e nas manchas mapeadas (186,1 cm ± 24,5 cm), tendo, nesse caso, uma forte influência do material de origem enquanto fator de formação do solo (Figura 15).

Os Vertissolos e Cambissolos, que seriam algumas das ordens menos desenvolvidas do estado do Acre, ocorrem em altitudes de 241,2 m ± 49,1 m e 253,4 m ± 43,6 m, respectivamente. Tal fato indica ter havido uma movimentação recente da paisagem, elevando esses blocos que antes ocupavam posição de fundo de vale, sendo ressaltado por Cavalcante (2006) e facilmente detectável em campo pelas condições morfológicas desses perfis, que ainda estão associados à ocorrência de carbonatos e sulfato de cálcio, fato incomum nessa posição da paisagem e nas condições climáticas atuais.

Em condições locais, em escalas mais detalhadas, Argissolos (235,7 m ± 43,1 m), Plintossolos (207,8 m ± 31,0 m) e Gleissolos (204,3 m ± 36,4 m) formam uma topossequência padrão para as condições climáticas atuais e de relevo, em que os Argissolos ocupam o topo da paisagem, tendo os Plintossolos na posição intermediária e naquelas paisagens onde as condições de hidromorfismo permitem a ocorrência de Gleissolos.

Os Luvissolos (254,2 cm ± 47,7 cm) aparecem no topo da paisagem, porém há uma ação do clima atual, que condicionou uma maior profundidade, mas associada ainda à argila de atividade alta e a altos teores de nutrientes, em razão do pouco tempo de pedogênese.



**Figura 15.** Corte altimétrico no estado do Acre, com indicação das ordens predominantes por seção, no sentido oeste-leste, de Cruzeiro do Sul a Acrelândia.

Fonte: Amaral (2007).

## Organismos vivos

Como fator ativo de formação do solo, a Biosfera compreende duas divisões distintas: a Fitosfera e a Zoosfera (Vieira, 1975).

Os efeitos da floresta em função das mudanças climáticas do Quaternário ocasionaram alterações drásticas no ambiente, que condicionaram uma variação de floresta à savana, não permitindo a incorporação efetiva da floresta como fator de formação do solo, estando a ação da floresta atual presente de forma moderada na paisagem.

De fato, considerando-se três grandes tipologias florestais, ou seja, floresta aberta com palmeira, floresta aberta com bambu e floresta densa, que ocorrem nos diferentes tipos de solos, não se verifica uma relação direta com a vegetação, exceto para alguns ecossistemas, como a Campinarana que está associada aos Espodossolos, em algumas inclusões de manchas no extremo oeste do Acre.

Vidalenc (2000), correlacionando classe de solos com tipologias florestais de bambu, chegou à conclusão de que as florestas abertas com bambu, no sudoeste da Amazônia, estão associadas aos Vertissolos, por sua vez associados à unidade morfoestrutural colinosa da Depressão Rio Acre-Rio Javari. O bambu (*Guadua weberbaueri*) ocorre no interior dessas florestas, encontrando condições propícias, que levam à formação de florestas

monodominantes. Os solos bem a moderadamente drenados (Argissolos e Luvissolos) ou bem drenados (Latosolos) são cobertos por uma floresta menos decídua e também possuem baixos teores de bases trocáveis. O bambu não ocorre nesses solos. Assim, extensas áreas tabulares do Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental excluem os tabocais e também representam o limite leste desse tipo de formação vegetal.

Assim, a vegetação condiciona uma moderada relação com a distribuição dos solos da paisagem, uma vez que sua inserção na paisagem é posterior à formação do relevo atual. Nesse sentido, o papel da vegetação é muito mais de proteção do solo aos efeitos erosivos da precipitação atual.

O homem como fator de formação (Vieira, 1975) tem um papel fundamental na manutenção da cobertura vegetal para impedir, no caso do Acre, um aumento significativo nas taxas de erosão e seus efeitos indiretos, como assoreamento de rios e igarapés e incremento das inundações sazonais no estado.

Em termos de intemperismo, o desmatamento em Latossolo terá muito menor impacto que o desmatamento em um Vertissolo, pois, nesse segundo caso, acarretará a exposição direta do perfil de solo às condições climáticas, que não possui capacidade de absorção da água, condicionando o aumento do escoamento superficial. Além disso, aumentará o grau de solubilização dos sulfatos e carbonatos hoje existentes e a taxa de lixiviação desses solos.

Nas viagens de campo, observou-se que montículos de termitários e formigas-cortadeiras (*Atta* spp.) são comuns na área entre Rio Branco e Senador Guimard, associados a Latossolos e Argissolos, mas pouco frequentes nas áreas de Cambissolos e Vertissolos, onde há uma notável abundância de cigarras, que constituem um componente importante da mesofauna dos solos do Acre. Seu papel na pedogênese dos solos acreanos permanece uma incógnita, devido à inexistência de estudos.

## Tempo

Jenny (1941) define as fases de formação do solo em um estágio inicial, compreendendo o material de origem, estágios intermediários de evolução e estágio final do sistema, em que estão representados os solos maduros.

A estimativa da idade relativa ao grau de maturidade do solo é, universalmente, baseada na diferenciação de horizontes. Na prática, essa estimativa é baseada no número de horizontes e supõe-se que quanto mais desenvolvidos forem, mais maduro será o solo (Vieira, 1975).

Considerando as oito ordens principais do estado do Acre, pode-se fazer um arranjo em termos de idade relativa e agrupá-las de acordo com a proposta de Jenny (1941), conforme detalhado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Variação do índice Ki e relação silte-argila nas principais ordens de solos no estado do Acre.

Fase de evolução	Ordem	Relação	
		Ki	Silte-argila
Solos maduros	Latossolo (n = 8)	$2,0 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$
Solos intermediários	Plintossolo (n = 27)	$1,9 \pm 0,4$	$1,1 \pm 0,2$
	Argissolo (n = 78)	$2,2 \pm 0,4$	$1,3 \pm 0,2$
	Luvissolo (n = 10)	$2,4 \pm 0,4$	$3,0 \pm 6,5$
Solos jovens	Gleissolo (n = 14)	$3,0 \pm 0,9$	$1,0 \pm 0,4$
	Cambissolo (n = 41)	$2,8 \pm 0,7$	$2,9 \pm 9,9$
	Vertissolo (n = 9)	$3,8 \pm 2,6$	$2,4 \pm 3,2$
	Neossolo (n = 15)	$3,5 \pm 1,5$	$4,4 \pm 6,9$

A relação Ki expressa a relação molecular entre o silício e o alumínio no solo, sendo um indicador indireto do grau de evolução do solo. Segundo Resende (1983), a caulinita tem Ki igual a 2, semelhante à muscovita. A esmectita tem Ki próximo a 5,6 e a vermiculita tem Ki igual a 5,0. A biotita e os feldspatos têm Ki próximos a 6,0. Quando os teores de caulinita são iguais aos da gibbsita e não existem outros minerais fornecendo Si ou Al, o Ki é igual a 0,75. Utilizando essas referências, nota-se que mesmo os solos mais intemperizados (Latossolos) têm uma concentração de caulinita, conforme já observado por Amaral (2003).

O uso do Ki indica uma relação estreita com o grau de intemperização, estando nos solos maduros com valores em torno de 2,0, nos solos intermediários entre 2,0 e 2,4 e nos solos jovens acima de 2,4, considerando a variabilidade dentro de cada classe.

A relação silte-argila é utilizada como um indicador do estágio de intemperismo presente em solos de regiões tropicais (Embrapa, 2006), sendo a lógica dessa aplicação que o silte é a partícula mais instável (Resende et al., 2002).

A composição do material de origem faz com que a relação silte-argila apresente uma tendência geral no sentido de incremento dos Latossolos para os Neossolos, podendo ser utilizada como um indicador secundário de idade relativa dos solos do Acre.



## Pedopaisagem

Os solos do Acre estão agrupados em oito ordens, que incluem desde solos bem desenvolvidos (Latosolos) até solos jovens, como os Neossolos Flúvicos.

Em nível de paisagem, considerando a escala mesorregional de 1:250.000, os Argissolos ocupam mais de 6 milhões de hectares do território acreano, sendo a ordem com maior extensão territorial, correspondente a 38% (Tabela 4). Por outro lado, os Cambissolos ocupam mais de 5 milhões de hectares (32%), o que significa que 70% do território acreano é ocupado por essas duas ordens. Em termos de evolução pedológica, tem-se uma ordem de solos intermediários e outra de solos jovens, condicionando ambientes diferenciados em termos de características morfológicas, físicas e químicas, demandando manejos diferenciados.

Além dos Argissolos e Cambissolos, há que se considerar os mais de 2 milhões de hectares de Luvisolos e as manchas de Plintossolos e Vertissolos, que ocupam 2,2% e 3,0% do território acreano, respectivamente.

Os Latossolos possuem textura no B, que varia de média a muito argilosa com baixos teores de silte, sendo essa sua característica mais peculiar. Os Plintossolos possuem maior concentração de perfis com textura argilosa, porém apresentam perfis com textura média e muito argilosa no horizonte subsuperficial, e menores teores de areia que os Latossolos (Figura 16). Comparando os dois conjuntos de perfis, evidencia-se a menor capacidade de infiltração dos Plintossolos por apresentar textura mais fina e estrutura mais grosseira.

Os solos maduros ocorrem em ambientes de relevo tabular e com rede de drenagem bem estabelecida. Ocupam áreas de altitudes, que variam de 141 m a 199 m no oeste do estado e de 176 m a 251 m no extremo leste, regiões de ocorrência de relevo tabular e Latossolos associados.

No ambiente dos Argissolos há maior variabilidade nas características topográficas, que refletem em uma maior variabilidade nas características físicas, químicas e morfológicas dos perfis descritos no estado do Acre.

Os Plintossolos ocorrem, principalmente, na região leste do estado no município de Rio Branco e também no extremo oeste do Acre. O horizonte plíntico, quando submetido a diversos ciclos de umedecimento e secagem e após o rebaixamento do lençol freático, desidrata irreversivelmente e torna-se extremamente duro quando seco.

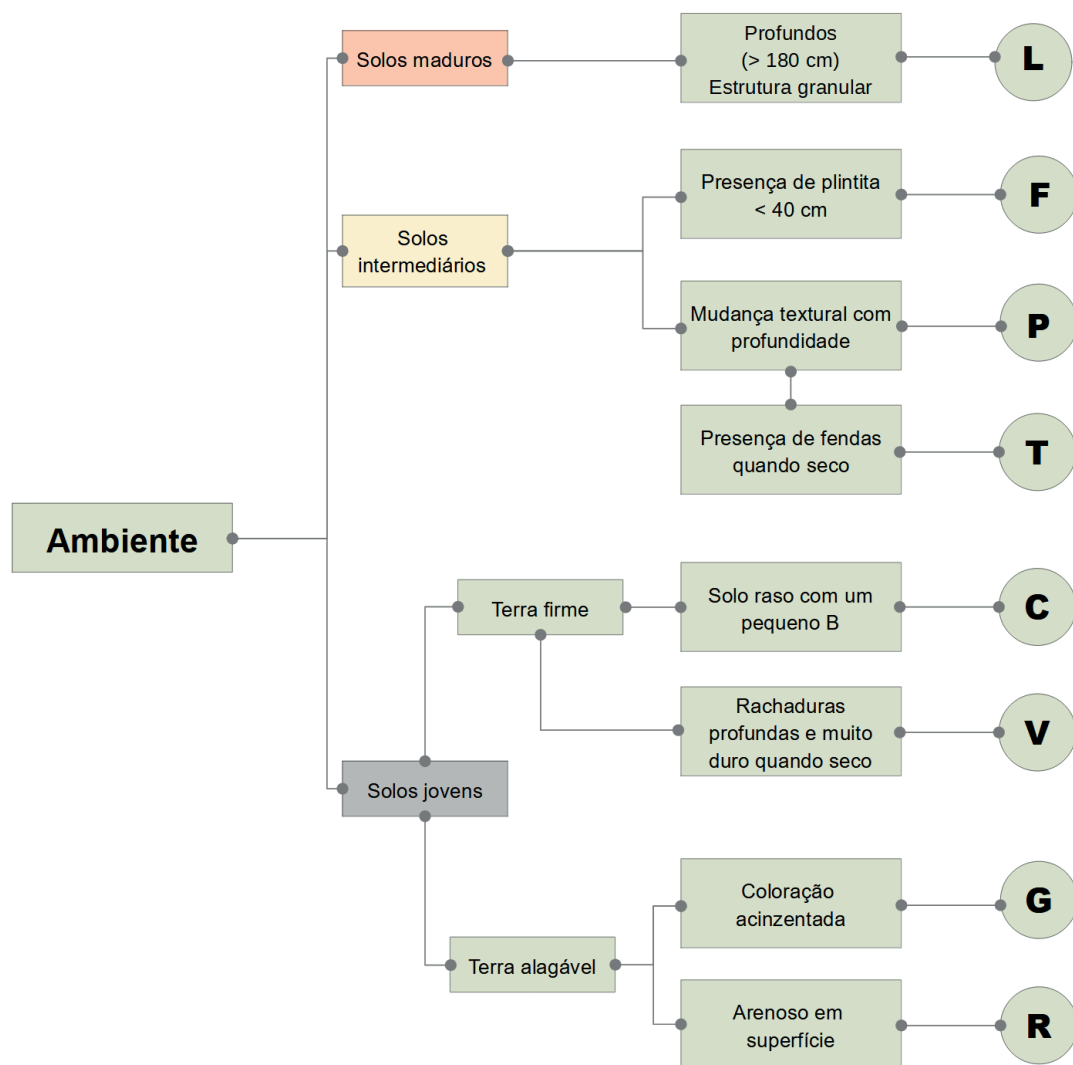
Os Luvisolos representam uma classe muito importante para o Acre, uma vez que ocupam 14,6% do território acreano, correspondendo a cerca de 2.400.000 ha.

**Tabela 4.** Distribuição das subordens de solos no estado do Acre de acordo com o mapa de solos na escala 1:250.000.

Solo	Área (hectare) <sup>(1)</sup>	Área (%)
<b>Latossolo</b>		
Latossolo Vermelho	270.307,98	1,65
Latossolo Vermelho-Amarelo	211.881,33	1,29
Latossolo Amarelo	33.300,00	0,20
Subtotal	515.489,31	3,14
<b>Argissolo</b>		
Argissolo Vermelho	855.487,71	5,22
Argissolo Vermelho-Amarelo	3.764.779,11	22,99
Argissolo Amarelo	1.655.264,79	10,11
Subtotal	6.275.531,61	38,32
<b>Luvissolo</b>		
Luvissolo Crômico	14.898,06	0,09
Luvissolo Hipocrômico	2.375.597,88	14,51
Subtotal	2.390.495,94	14,60
<b>Plintossolo</b>		
Plintossolo Argilúvico	30.254,04	0,18
Plintossolo Háplico	330.887,97	2,02
Subtotal	361.142,01	2,20
<b>Cambissolo</b>		
Cambissolo Háplico	5.168.450,97	31,56
<b>Vertissolo</b>		
Vertissolo Háplico	498.063,87	3,04
<b>Gleissolo</b>		
Gleissolo Háplico	978.561,36	5,98
<b>Neossolo</b>		
Neossolo Quartzarênico	4.937,31	0,03
Neossolo Flúvico	184.217,13	1,12
Subtotal	189.154,44	1,15
<b>Total</b>	<b>16.376.889,51</b>	<b>100,00</b>

<sup>(1)</sup>A área referente à água não foi considerada.

Fonte: Acre (2006).



**Figura 16.** Chave de identificação de ambientes em nível de paisagem no estado do Acre: L – Latossolo; F – Plintossolo; P – Argissolo; T – Luvissolo; C – Cambissolo; V – Vertissolo; G – Gleissolo; R – Neossolo.

A paisagem de ocorrência de Cambissolos ocupa mais de 5 milhões de hectares, ou 31,56% das terras do Acre, condicionando situações extremas de manejo em ecossistema amazônico (Amaral et al., 2006). Em nível de subordem, os Cambissolos descritos no Acre se enquadram como Cambissolos Háplicos, apresentando variações na atividade de argila, eutrofia, distrofia e caráter vértico (Gama, 1986; Amaral, 2003; Melo, 2003; Bardales, 2005).

Os Vertissolos ocupam uma extensão territorial de aproximadamente 500 mil hectares, correspondentes a 3,0% de toda área do estado. São solos jovens e, devido as suas características físicas, de difícil manejo.

Os Gleissolos ocupam 978.561 ha no estado do Acre, o que representa 6% do território. É uma área considerável e está associada às margens de rios e igarapés. Assim como os Gleissolos, os Neossolos Flúvicos ocorrem nas margens dos grandes rios, sendo a sua fertilidade diretamente relacionada à qualidade do sedimento depositado. Ocorrem em altitudes que variam de 130 m a 237 m.

Dentro de cada pedoambiente, há uma variação local com ocorrência de outras classes de solos. Dessa forma, é possível estruturar uma chave de identificação de ambientes (Figura 16), estratificando os solos de acordo com sua idade relativa (característica genética) e dados de campo (características morfológicas). Essa chave de classificação constitui uma ferramenta auxiliar de primeira ordem para estudos integrados e permite uma visão geral do ambiente e um indicativo das classes de ocorrência, o que contribui para o melhor conhecimento dos recursos locais.

## Considerações finais

Os solos da Bacia do Acre, na qual o estado se insere, em razão de sua gênese peculiar possuem características diferenciais, principalmente, devido à presença de minerais primários na fração argila, o que denota um pedoclima contrastante com as condições climáticas atuais. Assim, em sua formação, são mais influenciados por feições geológico-tectônicas do material de origem e organismos vivos do que pelo clima e relevo locais.

Os solos do Acre possuem características peculiares em relação aos outros estados da Amazônia, que contribuem para um endemismo pedológico, com a presença de Vertissolos e Luvisolos, fruto de uma bacia sedimentar, que foi submetida por um processo de gênese peculiar e possui uma atividade tectônica nos dias atuais.

Os solos desenvolvidos na região do antigo depósito flúvio-lacustre tiveram sua pedogênese retardada em razão do clima mais seco e frio no Quaternário recente, o que se evidencia pela presença de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{CaSO}_4$  nos solos atuais e na alta fertilidade natural.

De posse dos dados físicos, químicos e mineralógicos, foi possível estabelecer uma cronossequência dos solos do Acre, arranjando-os em ordem crescente de evolução:

Neossolo → Gleissolo → Vertissolo → Cambissolo → Luvisolo  
→ Plintossolo → Argissolo → Latossolo



A estratificação do estado em pedoambientes, de acordo com a idade relativa das ordens e características físicas e químicas, representa um auxílio de primeira ordem para entender os pedoambientes, suas restrições e seu potencial para usos sustentáveis.

## Referências

ABSY, M. L. Palinology of Amazonia: the history of the forests as revealed by the palynological record. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (ed.). **Amazônia**. Oxford: Pergamon Press, 1985. p. 42-72.

ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico**: recursos naturais e meio ambiente. documento final – 1ª fase. Rio Branco, AC: Sectma, 2000. v. 1, 116 p.

ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. **Documento síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco, AC: Sema, 2006. 350 p.

ACRE (Estado). Secretaria Executiva do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Base Cartográfica – Escala 1:100.000**. Rio Branco, AC, 2005. 1 CD-ROM.

ALMEIDA, L. F. G. de. A drenagem festonada e seu significado fotogeológico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., Porto Alegre, 1974. **Resumo das comunicações...** Porto Alegre: SBGEO, 1974. V. 1, p. 274-276.

ALVAREZ V. V. H.; NOVAIS, R. F.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. Determinação e uso do fósforo remanescente. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 25, p. 27-32, 2000.

AMARAL, E. F. do. **Ambientes, com ênfase nos solos e indicadores ao uso agroflorestal das bacias dos rios Iaco e Acre, Brasil**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

AMARAL, E. F. do; ARAÚJO NETO, S. E. de. **Levantamento do reconhecimento dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do projeto de assentamento Favo de Mel, município de Sena Madureira, Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-AC. 1998. 75 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 36).

AMARAL, E. F. do; LANI, J. L.; ARAÚJO, E. A.; PINHEIRO, C. L. S.; BARDALES, N. G.; AMARAL, E. F. do; OLIVEIRA, M. V.; BEZERRA, D. C. F. **Ambientes com ênfase no solo**: Rio Branco a Mâncio Lima. Rio Branco: Acre, 2001. 1 CD-ROM.

AMARAL, E. F. do; RODRIGUES, T. E.; CORDEIRO, D. G.; LIMA, M. V. de O. **Caracterização e classificação dos solos do seringal São Salvador, município de Mâncio Lima, Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2000a. (Embrapa Acre. Circular técnica, 36). Não publicado.

AMARAL, E. F. do; MELO, A. W. F. de; OLIVEIRA, T. K. de. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola da região de inserção do Projeto RECA**. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-AC, 2000b. 39 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Boletim de pesquisa, 27).

AMARAL, E. F.; ARAÚJO, E. A.; MELO, A. W. F.; RIBEIRO NETO, M. A.; SILVA, J. R. T.; SOUZA, A. N. **Solos e aptidão agroflorestal**. In: ACRE (Estado). **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre**. Rio Branco, AC: Sectma, 2000c. v. 1, cap. 5, p. 37-48.

AMARAL, E. F.; VALENTIM, J. F.; LANI, J. L.; BARDALES, N. G.; ARAÚJO, E. A. Áreas de risco de morte de pastagens de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu, com o uso da base de dados pedológicos do zoneamento ecológico-econômico no Estado do Acre. In: BARBOSA, R. A. (org.). **Morte de pastos de braquiárias**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2006. p. 151-174.

ARAÚJO, E. A. **Caracterização de solos e modificação provocada pelo uso agrícola no assentamento Favo de Mel, na região do Purus - Acre**. 2000. 122 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ASMUS, H. E.; PORTO, R. Classificação das bacias sedimentares brasileiras segundo a tectônica de placas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM GEOLOGIA DO PETRÓLEO, 1973, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Petrobrás-Sepes, 1973. v. 1.

BARDALES, N. G. **Gênese, morfologia e classificação de solos do baixo vale do rio Iaco, Acre, Brasil**. 2005. 133 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BESOAÍN, E. **Mineralogia de arcillas de suelos**. San José, Costa Rica: IICA, 1985. 1205 p.

BEZERRA, P. E. L. **Compartimentação morfotectônica do interflúvio Solimões-Negro**. 2003. 335 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Centro de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 19. Rio Branco**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1976. 458 p. (Levantamento de recursos naturais, 12).

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 18 Javari/Contamana**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1977. 420 p. (Levantamento de recursos naturais, 13).

CAMPOS, C. W. M.; BACOCOLI, G. Os altos síncronos e a pesquisa de petróleo no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27., Aracajú, 1973. **Anais...** Natal: SBGEO, 1973. V. 3, p. 373-415.

CAVALCANTE, L. M. **Geologia do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Sema: Imac, 2006. 42 p. Artigo produzido para o ZEE Fase II. Não publicado.

COFFEY, G. N. **A study of the soils of the United State**. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, Bureau of Soils, 1912. 120 p. (Bulletin, 85).

COOPER, M.; MENDES, L. M. S.; SILVA, W. C. S.; SPAROVEK, G. A national soil profile database for Brazil available to international scientists. **Soil Science Society America Journal**, v. 69, n. 3, p. 649-652, May 2005.

CUNHA, F. M. B. da. **Estado do Acre**: reconhecimento geológico dos rios Purus, Santa Rosa, Chandless, Iaco e Acre. Belém: Petrobrás-SRAZ, abr. 1963. 24 p. (Petrobrás. Relatório técnico interno, 532-A).

DEFELIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 26 p. (UFV. Boletim de extensão, 29).

DIAS, A. C.; LUIZ, J. G.; LOURENÇO, J. S. **Geofísica aplicada ao mapeamento geológico do Estado do Acre**: relatório técnico. Belém: Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, 1976. 15 p.

DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. Wisconsin, USA: Soil Society of America, 1977. 948 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

FISH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 28, n. 2, p. 101-126, 1998.

FONTES, M. P. F. **Mineralogia do solo**. Viçosa: UFV, 2002. 82 p. Roteiro de aulas teóricas da disciplina Mineralogia do Solo.

FRAILEY, C. D.; LAVINA, E. L.; RANZI, A.; SOUZA FILHO, J. P. de. A proposed Pleistocene/Holocene lake in the Amazon basin and its significance to amazonian geology and biogeography. **Acta Amazonica**, v. 18, n. 3-4, p. 119-143, 1988.

GAMA, J. R. N. F. **Caracterização e formação de solos com argila de atividade alta do estado do Acre**. 1986. 150 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

HAFFER, J. Aspects of Neotropical bird speciation during the Cenozoic. In: GARETT, N.; ROSEN, D. (ed.). **Vicariance biogeography: a critique**. New York: Columbia University Press, 1981. p. 371-412.

HAFFER, J. **Avian speciation in Tropical South America**. Cambridge, Massachussets: Nuttall Ornithological Club, 1974. 390 p. (Nuttall Ornithological Club, 14).

IBGE. **Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas**: diagnóstico geoambiental e sócio econômico: área de influência da BR-364 trecho Porto Velho/Rio Branco. Rio de Janeiro: Ipean, 1990. 144 p.

IBGE. **Projeto de proteção do meio ambiente e das comunidades indígenas**: diagnóstico geoambiental e sócio econômico: área de influência do Vale do Juruá. Rio de Janeiro: Ipean, 1994. 144 p.

IRION, G. Sedimentation and sediments of Amazonian rivers and evolution of the Amazonian landscape since Pliocene times. In: SIOLI, H. (ed.). **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Switzerland: Springer Nature, 1984. p. 201-214.

IRIONDO, M. The Quaternary of Ecuador. **Quaternary International**, v. 21, p. 101-112, 1994.

IRIONDO, M.; LATRUBESSE, E. A probable scenario for a dry climate in Central Amazonia during the late Quaternary. **Quaternary International**, v. 21, p. 121-128, 1994.

JENNY, H. **Factors of soil formation: a system of quantitative pedology**. New York: McGraw-Hill, 1941. 281 p.

KAMPF, N.; CURI, N. Argilominerais em solos brasileiros. **Tópicos em Ciência do Solo**, v. 3, p. 1-54, 2003.

KRONBERG, B. I.; BENCHIMOL, R. E. Geochemistry and geochronology of surficial Acre Basin sediments (western Amazonia): key information for climate reconstruction. **Acta Amazonica**, v. 22, n. 1, p. 51-69, 1992.

KRONBERG, B. I.; FRANCO, J. R.; BENCHIMOL, R. E.; HAZEMBERG, G.; DOHERTY, W.; VANDER VOET, A. Geochemical variations in Solimões Formation sediments (Acre basin, Western Amazonia). **Acta Amazônica**, v. 19, n. único, p. 319-333, 1989.

LANI, J. L.; AMARAL, E. F. **Diagnóstico ambiental**: Feijó a Mâncio Lima, Acre, Brasil (Área prioritária 1). Rio Branco, AC: Imac: Sectma, 2002. 211 p. Relatório de consultoria.

LAPORTE, L. F. **Ambientes antigos de sedimentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1975. 146 p.

LATRUBESSE, E. The Late Pleistocene in Amazônia: a paleoclimatic approach. In: SMOLKA, P.; VOLKHEIMER, W. **Southern Hemisphere Paleo and Neoclimates**. German: Springer Verlag, 2000.

LATRUBESSE, E.; RAMONELL, C. A Climatic model for Southwestern Amazonia at last glacial times. **Quaternary International**, v. 21, p. 163-169, 1994.

LEITE, D. C. **Detaleid geologic investigations of Northwestern Território do Acre (Serra do Moa, Jaquirana, Headwaters of Rio Javari)**. Belém: Petrobrás-Renor, 1958. 58 p. (Petrobrás. Relatório técnico interno, 281-A).

LUCAS, Y.; SOUBIÈS, F.; CHAUVEL, A.; DESJARDINS, T. Solo e clima: estudos dos solos revelam alterações climáticas da Amazônia. **Ciência Hoje**, v. 16. n. 93, p. 36-39, 1993.

MACEWAN, D. M. C. Montmorillonite minerals. In: BRINDLEY, G. W.; BROW, G. (ed.). **The X-ray identification and crystal structures of clay minerals**. London: Mineralogical Society (Clay Minerals Group), 1961. cap. 4, p. 143-207.

MARTINS, J. S. **Pedogênese de Podzólicos Vermelho-Amarelo do Estado do Acre, Brasil**. 1993. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém.

MELO, A. W. F. de. **Avaliação do estoque e composição isotópica do carbono do solo no Acre**. 2003. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

MELO, A. W. F. de; AMARAL, E. F. do. **Levantamento de reconhecimento de baixa intensidade dos solos da reserva extrativista do Alto Juruá, Marechal Thaumaturgo, Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2000. 77 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 53).

MESQUITA, C. C. **O clima do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Sectma, 1996. 57 p.

MÖLLER, M. R. F. Mineralogia de argilas de solos da região Amazônica Brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, 1., Belém, 1984. **Anais...** Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986. p. 214-223.

MÖLLER, M. R. F.; KITAGAWA, Y. **Mineralogia de argilas em Cambissolos do sudoeste da Amazônia Brasileira**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1982. 19 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de pesquisa, 3).

MOURA, P.; WANDERLEY, A. **Noroeste do Acre: reconhecimento geológico para petróleo**. Rio de Janeiro: DNPM, 1938. 176 p. (DNPM. Boletim técnico, 26).

ORMSBY, T.; NAPOLEON, E.; BURKE, R.; GROESSL, C. **Getting to know ArcGIS desktop: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo**. Califórnia: ESRI, 2001. 541 p.

PASSOS, V. T. da R. Geologia e Geomorfologia. In: ACRE (Estado). **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico e Econômico do Acre**. Rio Branco, AC: Sectma, 2000. V. 1, cap. 1, p. 15-21.

PRANCE, G. T. Phytogeographic support the theory of Pleistocene forest refuges in the Amazon basin, based on evidence from distribution patterns in Caryocaraceae, Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae and Lecythidaceae. **Acta Amazonia**, v. 3, p. 5-28, 1973.

RAMONELL, C.; LATRUBESSE, E. El loess de la Formación Barranquita: comportamiento del Sistema Eólico Pampeano en la Provincia de San Luis, Argentina. In: REUNIÓN ANUAL DEL PROYECTO PICG, 3., 1981, Lima. **Resúmenes y contribuciones**. Lima: Instituto Geofísico del Perú: Misión Ostorn Del Perú, 1991. p. 69-82. En el marco de VII Congreso Peruano de Geología.

RANZI, A. **Paleoecologia da Amazônia: megafauna do Pleistoceno**. Florianópolis: Ed. da UFSC; Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 2000. 101 p.

RANZI, A. **Pleistocene mammals and paleocology of the Western Amazon**. 1991. 151 f. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Florida, Florida.

REGO, R. S. **Caracterização e gênese de solos com plintita da Ilha do Marajó**. 1986. 156 f. Tese (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

RESENDE, M. **Bruno Não Cálculo, interpretação de um perfil**. Mossoró: Esam; Viçosa: UFV, 1983. 165 p. (Coleção Mossoroense, v. CCXVIII).

RESENDE, M.; CURTI, N.; KER, J. C.; REZENDE, S. B. de. **Mineralogia de solos brasileiros: interpretação e aplicações**. Lavras: Ed. Ufla, 2005. 192 p.

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: Neput, 2002. 338 p.

RIBEIRO NETO, M. A. **Caracterização e gênese de uma topossequência de solos do município de Sena Madureira**. 2001. 131 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.



RODRIGUES, T. E. Solos da Amazônia. In: ALVAREZ, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS: UFV/DPS, 1996. p. 19-60.

SANTOS, P. L. dos. **Zoneamento agroclimático da bacia do rio Candiru-Açu – Pará**. 1993. 153 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KERR, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5. ed. rev. e ampl. Viçosa: SBCS, 2005. 100 p.

SILVA, J. R. T. **Solos do Acre**: caracterização física, química e mineralógica e adsorção de fosfato. 1999. 117 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SIMÕES-MEIRELLES, M. P. **Análise integrada do ambiente através de Geoprocessamento**: uma proposta metodológica para elaboração de zoneamentos. 1997. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SIOLI, H. Recent human activities in the Brazilian Amazon region and their ecological effects. In: MEGGERS, B. J.; AYENSU, E. S.; DUCKWORTH, D. (ed.). **Tropical forest ecosystems in Africa and South America**: a comparative review. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 1973. p. 321-334.

VIDALENC, D. **Distribuição das florestas de bambu *Guadua weberbaueri* em escala de paisagem no sudoeste da Amazônia e fatores edáficos que afetam sua densidade**. 2000. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

VIEIRA, L. S. **Manual da ciência do solo**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1975. 464 p.

VOLKOFF, B.; MELFI, A. J.; CERRI, C. C. Solos Podzólicos e Cambissolos eutróficos do Alto rio Purus (Estado do Acre). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 13, n. 2, p. 263-372, 1989.

WADT, P. G. S. **Manejo de solos ácidos do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2002. 30 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 79).

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, n. 1, p. 29-38, 1934.

WYSOCKI, D. A.; SCHOENEBERGER, P. J. Geomorphology of soil landscapes. In: SUMMER, M. E. **Handbook of soil science**. New York: CRC Press, 1999. p. 21-48.

CAPÍTULO

3

## Clima do Acre e Cultivo da Seringueira

Eufran Ferreira do Amaral  
Lucieta Guerreiro Martorano  
Nilson Gomes Bardales







## Introdução

A seringueira (*Hevea brasiliensis*) pertence à divisão das Angiospermae, classe Dicotyledoneae, família Euphorbiaceae e gênero *Hevea* (Moreno et al., 2003). Ocorre nas regiões onde predominam os climas megatérmico úmido e superúmido (Camargo, 1976; Ortolani et al., 1983), no bioma Amazônia (Cecilio et al., 2006; Pilau et al., 2007), entre as latitudes de 15° N e 15° S (Camargo, 1976).

A área de distribuição geográfica do gênero *Hevea* abrange toda a Hileia, isto é, estados do Amazonas, Acre e Amapá até o Meridiano 77, parte do noroeste do Maranhão e norte dos estados do Mato Grosso e Rondônia (Viégas; Carvalho, 2000), embora o seu cultivo comercial estenda-se desde a latitude 22° N, na Ásia, até 25° S, no Brasil, evidenciando grande capacidade de adaptação a diversas condições climáticas (Camargo, 1976; Pilau et al., 2007).

A importância da cultura da seringueira está na produção do látex, que constitui uma commodity mundial valorizada pelos seus múltiplos usos, como na indústria hospitalar, farmacêutica, de brinquedos, calçados, construção civil, maquinário e de autopeças (Martins; Zieri, 2003; Coelho Junior et al., 2009). A demanda mundial de látex é alta e crescente, superior à oferta e, segundo as projeções, terá o seu ano crítico em 2020, o que ressalta a importância econômica da cultura no Brasil e no mundo (Macedo et al., 2002).

Apesar do crescimento contínuo na produção mundial de látex entre 2003 e 2005, ainda há um déficit de produção de cerca de 60 milhões de toneladas (Rubber Statistical Bulletin, 2007), cenário que deve se manter constante nos próximos anos, o que enfatiza a importância estratégica da expansão das áreas de cultivo.

No Brasil a exploração tradicional da heveicultura estende-se pela Amazônia, Mato Grosso e Bahia, e as regiões consideradas não tradicionais contemplam os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Pernambuco, Maranhão, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais e São Paulo (Silva et al., 2013). No Brasil, o estado de São Paulo produz 55% da produção nacional, seguido por Mato Grosso (25%), Bahia (11,55%) e Espírito Santo (1,8%) (Instituto Agrônomo de Campinas, 2011).

A heveicultura possui um aspecto econômico de aptidão à reposição florestal, pois, no final do seu ciclo produtivo (que pode se prolongar por 30–35 anos), a madeira pode ser comercialmente explorada e utilizada para fabricação de móveis, caixote, utensílios de cozinha, construção civil e outras finalidades (Instituto Agrônomo do Paraná, 2010).



No aspecto ambiental, a cultura da seringueira, por ser uma essência florestal, contribui para a preservação e conservação do solo e da água, servindo também como área de refúgio para a fauna (Souza, 2007), além do sequestro de carbono, contribuindo como uma estratégia de mitigação dos gases de efeito estufa (Gonçalves, 2002).

Um problema grave enfrentado pela heveicultura brasileira, que representa um obstáculo para implantação eficiente de culturas comerciais, é a incidência da doença conhecida como mal das folhas, causada pelo fungo *Microcyclus ulei* (Souza, 2007). A ocorrência do mal das folhas, associada à falta de políticas adequadas, condicionam o Brasil a importar aproximadamente 2/3 das suas necessidades de látex de países do Sudeste Asiático, como Malásia, Tailândia e Indonésia, que juntamente com Índia, China, Vietnã, Libéria, Camarões e Nigéria respondem por 98% da produção mundial (Morceli, 2004).

Essa doença ocorre em condições favoráveis ao desenvolvimento do fungo, que são umidade relativa do ar superior a 95% por 10 horas consecutivas e temperatura média diária também elevada, sendo a ideal entre 24 °C e 26 °C. Quando a umidade atmosférica é elevada, as condições favorecem a presença de água líquida (orvalho) nas folhas, fato que facilita a germinação dos esporos e a infecção da planta (Camargo et al., 1967). Segundo Medeiros (1976), regiões com períodos prolongados de orvalho, neblina ou chuvas leves, como áreas de baixadas úmidas, também favoreceram a infecção do fungo.

Atualmente, há 165.136 ha de seringueira plantados no Brasil (IBGE, 2017) destinados à produção de látex, borracha natural, sementes, mel e madeira. E, apesar do aumento da área plantada para suprir, principalmente, a demanda por látex e borracha natural no Brasil, as importações desses produtos têm sido cada vez maiores (Gonçalves et al., 2013).

A heveicultura é uma atividade altamente dependente das condições climáticas, que tanto beneficiam ou limitam o desenvolvimento e a produção da planta, quanto favorecem ou inibem a ocorrência de surto do mal das folhas, que por sua vez representa um sério obstáculo à implantação de culturas comerciais em zonas tropicais-equatoriais brasileiras (Lieberei, 2007).

O zoneamento climático é uma técnica desenvolvida para delimitar regiões climaticamente homogêneas (Ferreira, 1997), que sejam propícias ao cultivo de determinada cultura (Cecílio et al., 2003). Para realizar esses zoneamentos existem etapas importantes, entre elas a caracterização das exigências climáticas, levantamento climático da região estudada e preparo dos mapas finais de zoneamento (Pereira et al., 2002).

Este capítulo tem como objetivo propor o zoneamento agroclimático para a cultura da seringueira de forma a definir a sua aptidão para o cultivo e delimitar áreas potencialmente de risco à ocorrência do mal das folhas da seringueira, no Acre, sob as condições climáticas atuais.

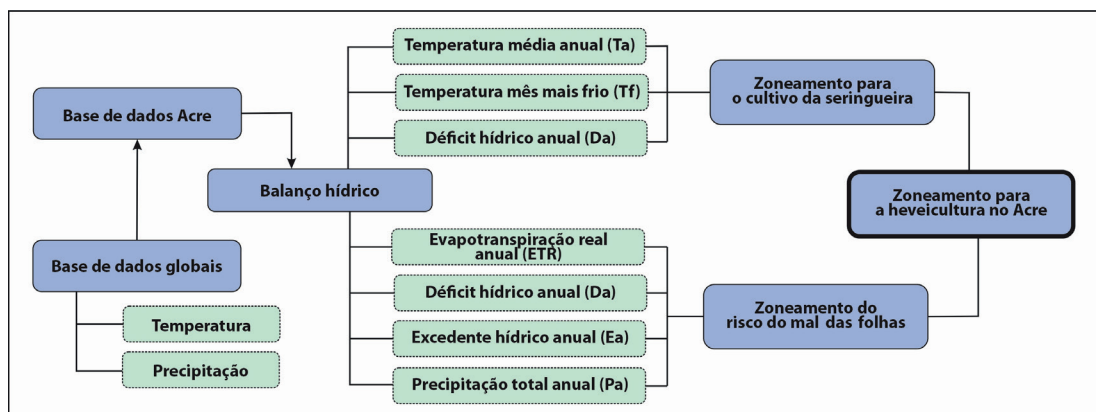
## Metodologia adotada

A área de estudo corresponde a toda extensão territorial do estado do Acre que está situado no extremo sudoeste da Amazônia Brasileira, entre as latitudes de 7° 7' S e 11° 8' S e as longitudes de 66° 30' W e 74° 0' W. Segundo Acre (2006), sua superfície territorial é de 164.221 km<sup>2</sup>, correspondentes a 4% da Amazônia Brasileira e a 1,9% do território nacional.

O clima no Acre é classificado como tropical úmido, com elevados índices pluviométricos (1.800 mm a 2.500 mm anuais) (Brasil, 1976). A temperatura média anual está em torno de 24,5 °C, enquanto a máxima fica em torno de 32 °C, aproximadamente, uniforme para todo o estado (Acre, 2010). Possui um período seco definido entre os meses de julho a setembro (Mesquita, 1996; Duarte, 2006). No entanto, observa-se que no estado há uma tendência à redução das precipitações no sentido norte-sul e incremento no sentido leste-oeste (Acre, 2006).

Para a caracterização climática do Acre utilizou-se uma base de dados que foi obtida da superfície climática interpolada de Hijmans et al. (2005), cujos dados médios mensais de temperatura do ar (máxima, média e mínima) e total de precipitação mensal foram advindos de modelos globais, Global Historical Climate Network (GHCN), com resolução espacial de 1 km<sup>2</sup>, para o período histórico de 1950–2000. Os dados climáticos considerados neste estudo foram: temperatura média anual (Ta), temperatura média do mês mais frio (Tf), déficit hídrico anual (Da), evapotranspiração real anual (ETR), excedente hídrico anual (Ea) e precipitação total anual (Pa) (Figura 1).

Os balanços hídricos foram obtidos a partir do método preconizado por Thornthwaite e Mather (1955), para os valores médios mensais de temperatura do ar e precipitação encontrados. Adotaram-se 300 mm como capacidade máxima de retenção de água pelo solo (CAD), conforme recomendado por Pereira et al. (2002) para espécies florestais. A partir dos dados espaciais considerou-se cada par de coordenadas geográficas como se fosse uma estação meteorológica, conforme os pressupostos metodológicos já utilizados em Martorano et al. (2011) e Tourne et al. (2016).



**Figura 1.** Fluxograma metodológico para o zoneamento da heveicultura no estado do Acre.

Esses dados consistiram nos valores atuais de elementos do clima e do balanço hídrico. A evapotranspiração potencial foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948), baseado apenas na temperatura média do ar e nas coordenadas geográficas do local. Escolheu-se esse método pela disponibilidade dos dados climáticos e por ter sido desenvolvido para regiões de clima úmido, apresentando boas estimativas para as condições do estado do Acre.

Na realização das atividades de geoprocessamento para a caracterização climática, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS®, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlans, Califórnia (Ormsby et al., 2001). A partir da planilha eletrônica inserida no ambiente ArcGIS e transformando-a em *shapefile*, foi realizada a interpolação dos dados, gerando arquivos raster, correspondendo aos mapas de temperatura média anual ( $T_a$ ), temperatura média do mês mais frio ( $T_f$ ), déficit hídrico anual ( $D_a$ ), evapotranspiração real anual (ETR), excedente hídrico anual ( $E_a$ ) e precipitação total anual ( $P_a$ ). O método utilizado foi a interpolação Spline, em que, em vez de tirar a média de valores dos dados obtidos, como em um modelo digital de elevação, a interpolação acomoda uma superfície flexível.

Os fatores térmicos e hídricos exigidos para o cultivo da seringueira foram classificados com base em estudos desenvolvidos por Camargo et al. (2003) para o Brasil:

- a) Faixa A (apta) – condições térmicas e hídricas satisfatórias ao desenvolvimento vegetativo da seringueira e impróprias às epifitias graves do mal das folhas:  $T_a$  acima de 18 °C,  $T_f$  de 15 °C a 20 °C,  $D_a$  de 1 mm a 300 mm.
- b) Faixa B (restrita) – condições térmicas e hídricas satisfatórias, mas sujeitas a surtos graves do mal das folhas por umidade elevada:  $T_a$  acima de 18 °C,  $T_f$  de 15 °C a 20 °C,  $D_a$  igual a zero.

- c) Faixa C (marginal) – muito sujeita ao mal das folhas principalmente nas baixadas: Tf acima de 20 °C, Da abaixo de 300 mm.
- d) Faixa D (marginal) – sujeita a graves epifitias do mal das folhas, pela temperatura alta e umidade elevada contínua: Tf acima de 20 °C, Da igual a zero.
- e) Faixa E (marginal) – alta deficiência hídrica: Tf acima de 20 °C, Da entre 300 mm e 500 mm.
- f) Faixa F (inapta) – deficiência hídrica excessiva: Da acima de 500 mm.
- g) Faixa G (inapta) – frio excessivo e geadas severas: Tf abaixo de 15 °C.

Para avaliar o risco de ocorrência do mal das folhas foi considerada uma adaptação das classes definidas por Ortolani (1985) e Almeida et al. (1987):

- a) Risco muito baixo – áreas praticamente livres do mal das folhas. Possuem ETR superior a 900 mm, Da entre 0 mm e 200 mm, Pa entre 1.400 mm e 1.600 mm e Ea inferior a 200 mm.
- b) Risco baixo – áreas com pouca probabilidade de ocorrência do mal das folhas. Possuem ETR superior a 900 mm, Da entre 200 mm e 300 mm e Pa entre 1.200 mm e 1.400 mm.
- c) Risco médio – áreas com probabilidade baixa a moderada de ocorrência do mal das folhas. Possuem ETR superior a 900 mm, Da entre 0 mm e 200 mm, Pa entre 1.600 mm e 1.800 mm e Ea inferior a 200 mm.
- d) Risco alto – áreas marginais ao cultivo devido ao excesso de umidade, com probabilidade moderada a alta de ocorrência do mal das folhas. Possuem ETR superior a 900 mm, Pa entre 1.600 mm e 1.800 mm e Ea entre 200 mm e 800 mm.

A integração dos dois planos de informação – zoneamento para o cultivo da seringueira e risco de ocorrência do mal das folhas – com as áreas desmatadas até o ano de 2016 permitiu estruturar o zoneamento para a heveicultura no Acre.

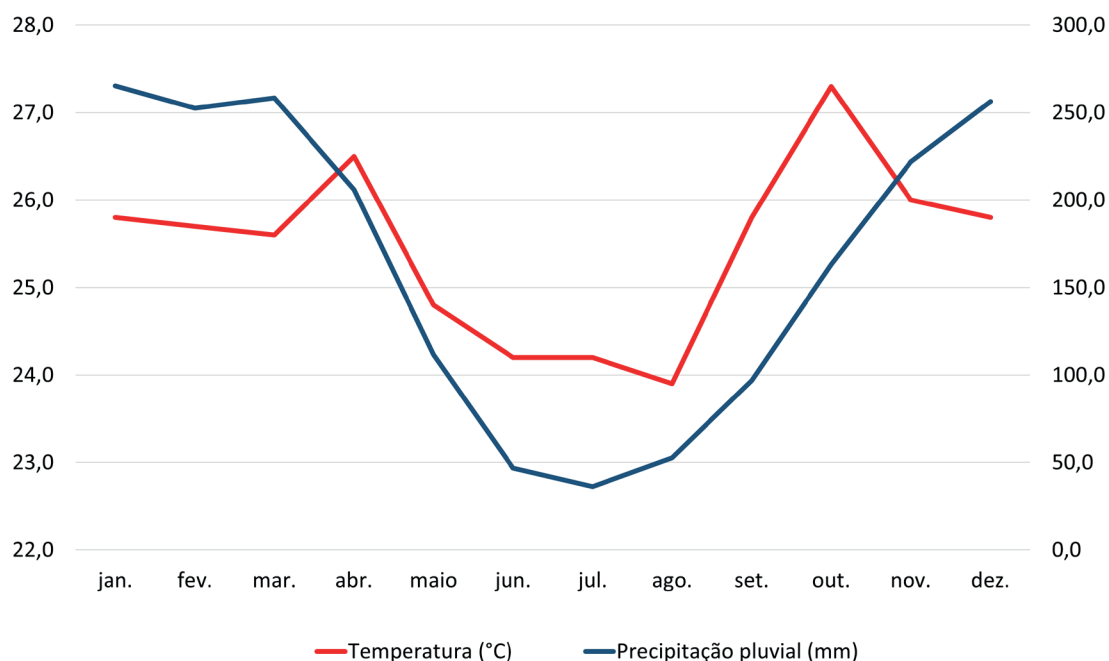
## Resultados

### Zoneamento climático para o cultivo da seringueira

No estado do Acre ocorre período seco evidente nos meses de junho, julho e agosto, com as menores médias mensais em agosto atingindo valores de 52,6 mm de precipitação pluvial. As temperaturas médias variam de 24,2 °C a 27,3 °C, sendo mais amenas no período



de seca e mais altas no período de chuvas. No mês de outubro se obteve a média de temperatura mais alta (27,3 °C), no período analisado de 50 anos (Figura 2).



**Figura 2.** Variação da temperatura média mensal do ar e da precipitação pluvial mensal para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

#### a) Temperatura média anual ( $T_a$ )

A temperatura média diária variando entre 18 °C e 24 °C é ideal ao fluxo de látex, obtendo-se a máxima taxa fotossintética com temperatura entre 27 °C e 33 °C (Shangphu, 1986; Shuochang; Yagang, 1990). Como forma de inserção dessa característica no zoneamento, Pilau et al. (2007) sugerem limitar as áreas aptas ao cultivo da seringueira apenas às regiões com temperatura média do ar entre 15 °C e 25 °C.

No Acre a temperatura média anual oscila entre 24,4 °C e 26,4 °C, sendo as temperaturas mais elevadas nos extremos leste e oeste do território acreano (Figura 3) e também no entorno das sedes municipais de Feijó e Tarauacá.

Em relação aos territórios municipais, a temperatura média anual não é restritiva ao cultivo da seringueira, uma vez que todos os municípios possuem temperatura média anual maior que 18 °C (Tabela 1). O município de Assis Brasil apresentou a menor média anual (24,73 °C  $\pm$  0,13 °C), e Acrelândia a maior média anual (26,13 °C  $\pm$  0,10 °C).

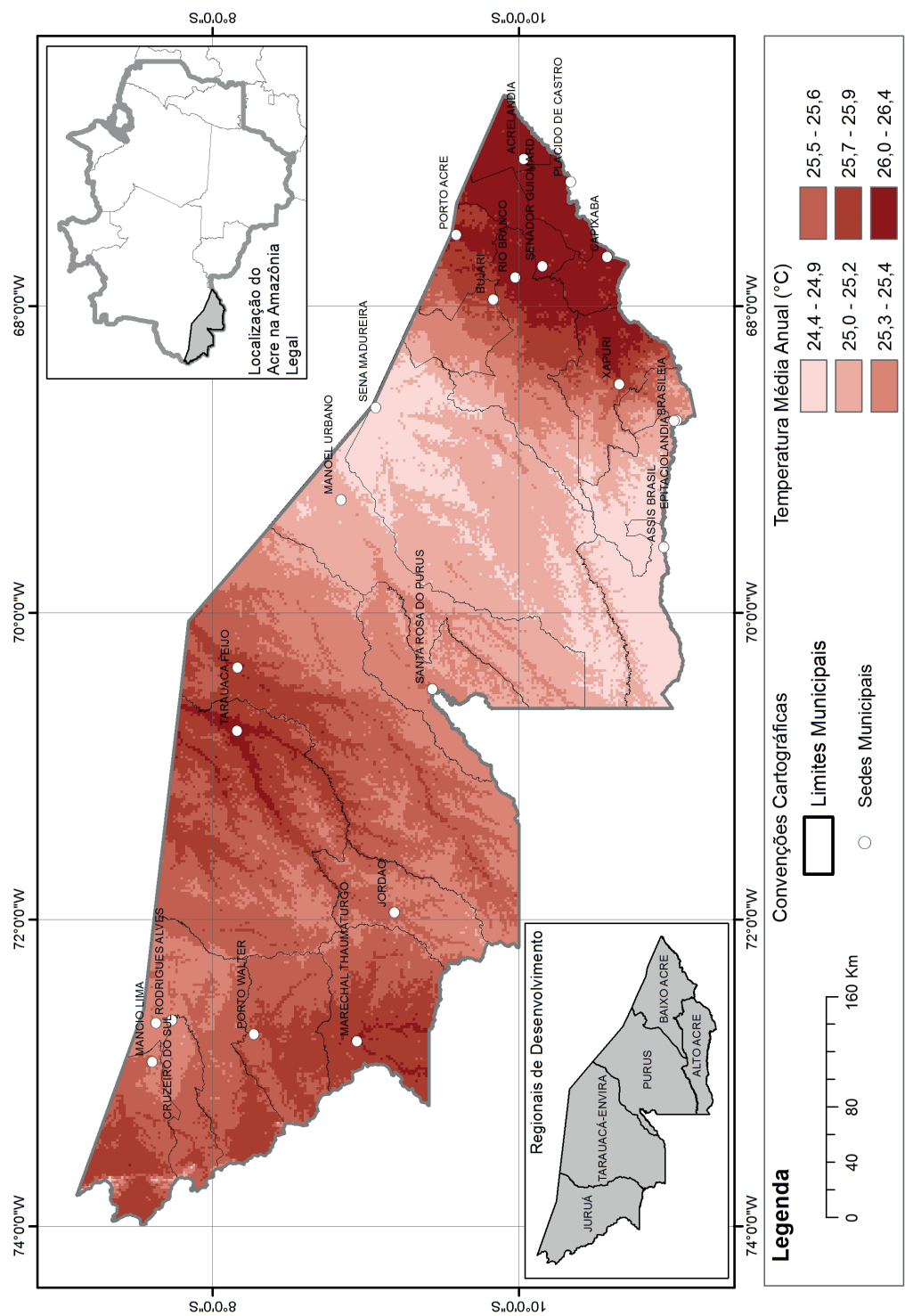


Figura 3. Variação da temperatura média anual do ar para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

**Tabela 1.** Variação da temperatura média anual nos municípios do estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

Município	Temperatura média anual (°C)				
	Mínima	Máxima	Amplitude	Média	Desvio-padrão
Assis Brasil	24,40	25,09	0,69	24,73	0,13
Brasileia	24,40	25,31	0,90	24,82	0,17
Sena Madureira	24,52	25,22	0,70	24,90	0,12
Manoel Urbano	24,61	25,33	0,73	25,03	0,12
Santa Rosa do Purus	24,98	25,54	0,57	25,24	0,10
Epitaciolândia	24,90	25,73	0,83	25,29	0,16
Bujari	24,78	25,89	1,11	25,37	0,22
Jordão	25,06	25,78	0,72	25,42	0,12
Feijó	24,90	26,01	1,11	25,47	0,17
Cruzeiro do Sul	25,02	25,83	0,81	25,50	0,13
Rodrigues Alves	24,50	25,73	1,23	25,50	0,14
Rio Branco	24,62	26,24	1,62	25,52	0,40
Xapuri	24,70	26,20	1,50	25,56	0,36
Mâncio Lima	24,49	25,88	1,39	25,61	0,16
Tarauacá	25,18	26,13	0,95	25,62	0,15
Porto Walter	25,15	25,87	0,72	25,63	0,08
Marechal Thaumaturgo	25,20	25,96	0,76	25,66	0,13
Porto Acre	25,31	26,13	0,82	25,76	0,19
Capixaba	25,79	26,23	0,44	26,02	0,09
Senador Guimard	25,77	26,22	0,44	26,03	0,08
Plácido de Castro	25,80	26,41	0,61	26,12	0,12
Acrelândia	25,88	26,41	0,53	26,13	0,10

Fonte: Dados interpolados de Hijmans et al. (2005).

Os municípios de Porto Acre, Capixaba, Senador Guimard, Plácido de Castro e Acrelândia possuem temperaturas médias anuais maiores que 26 °C. Embora estejam acima da faixa recomendada, encontram-se dentro do limite, uma vez que Camargo et al. (2003) ressaltam que locais onde a temperatura média anual é superior a 20 °C são apropriados para o melhor desenvolvimento da seringueira. Já para o fluxo de látex a temperatura entre 18 °C e 28 °C é mais apropriada.

#### b) Temperatura média do mês mais frio (Tf)

Camargo et al. (1967) citam que em regiões onde a temperatura média no inverno permanece abaixo dos 20 °C, a esporulação do *Pseudocercospora ulei* fica paralisada,

interrompendo anualmente o potencial de inóculo e a propagação da doença, mantendo as brotações da seringueira do período de maio a dezembro livres de infecção. Porém a temperatura baixa pode ser prejudicial aos seringueiros, que quando jovens demonstram nível de tolerância a baixas temperaturas similar aos cafeeiros (Ortolani, 1982).

Considerando os pressupostos de restrição ao crescimento no fungo e a temperatura em agosto (mês mais frio do ano no estado do Acre), as temperaturas variam de 23,9 °C a 26,7 °C (Figura 4), o que significa condições ideais para a ocorrência do mal das folhas (*Pseudocercospora ulei*) em todo o estado.

O ideal para o cultivo da seringueira é que as temperaturas no mês mais frio variem de 15 °C a 20 °C (Camargo et al., 2003) de forma a limitar o crescimento do fungo. Em todos os municípios do Acre, são maiores que 20 °C. Os municípios com menor temperatura média no mês de agosto (Tabela 2) são Assis Brasil (24,26 °C  $\pm$  0,16 °C), Brasileia (24,39 °C  $\pm$  0,21 °C) e Sena Madureira (24,46 °C  $\pm$  0,16 °C); e com temperaturas médias mais altas são Senador Guomard (26,30 °C  $\pm$  0,11 °C), Plácido de Castro (26,30 °C  $\pm$  0,12 °C) e Acrelândia (26,27 °C  $\pm$  0,10 °C).

No Acre ocorre um fenômeno conhecido como “friagem”, nos meses de seca, em que a temperatura cai bruscamente, por um período de 1 a 3 dias, condicionando mínimas baixas (Figura 5) que variam de 15,5 °C a 19,1 °C, com valores mais baixos na Regional do Purus (Sena Madureira, Santa Rosa do Purus e Manuel Urbano) e na Regional do Alto Acre (Xapuri, Brasileia, Epitaciolândia e Assis Brasil).

#### c) Déficit hídrico anual (Da)

Mendes et al. (1992) demonstraram que a cultura da seringueira é capaz de suportar elevada deficiência hídrica. Essa resistência ocorre pela presença de duas regiões de concentração radicular, uma superficial e outra profunda, com volume apreciável de raízes abaixo de 120 cm (atingindo até 270 cm), garantindo o suprimento de água nas épocas mais secas, mesmo com deficiência hídrica em torno de 300 mm (Embrapa, 1980; Ortolani et al., 1983; Mendes et al., 1992).

No estado do Acre, considerando um CAD de 300 mm, a deficiência hídrica anual variou de 0,1 mm a 192,3 mm (Figura 6), sendo encontradas as maiores restrições nos municípios de Porto Acre, Rio Branco, Senador Guomard, Capixaba, Plácido de Castro e Acrelândia. No outro extremo, estão os municípios em que o déficit hídrico anual é muito reduzido (Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves).



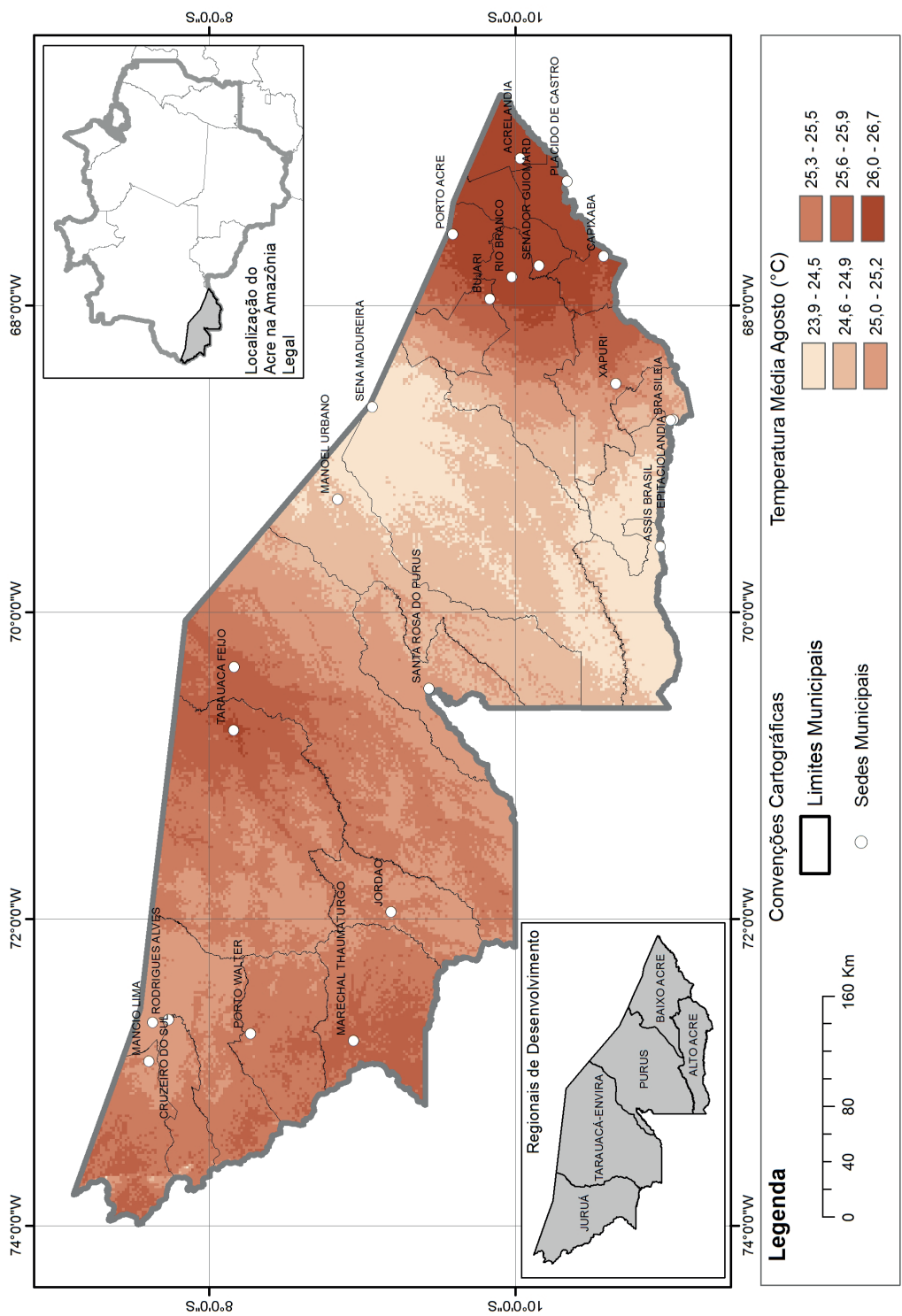


Figura 4. Variação da temperatura média do ar em agosto (mês mais frio) para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

**Tabela 2.** Variação da temperatura média do mês mais frio nos municípios do estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

Município	Temperatura média do mês mais frio – agosto (°C)				
	Mínima	Máxima	Amplitude	Média	Desvio-padrão
Assis Brasil	23,89	24,75	0,86	24,26	0,16
Brasileia	23,87	25,00	1,13	24,39	0,21
Sena Madureira	23,93	25,00	1,07	24,46	0,16
Manoel Urbano	24,06	25,04	0,98	24,65	0,16
Epitaciolândia	24,51	25,37	0,86	24,93	0,16
Santa Rosa do Purus	24,62	25,32	0,70	24,95	0,13
Jordão	24,89	25,60	0,71	25,23	0,10
Xapuri	24,29	26,09	1,81	25,24	0,40
Cruzeiro do Sul	24,88	25,68	0,80	25,25	0,16
Feijó	24,59	25,95	1,35	25,27	0,21
Rodrigues Alves	24,45	25,61	1,17	25,27	0,17
Bujari	24,40	26,29	1,89	25,32	0,37
Tarauacá	24,90	26,13	1,23	25,39	0,21
Mâncio Lima	24,29	25,74	1,45	25,40	0,18
Porto Walter	24,75	25,71	0,96	25,40	0,11
Rio Branco	24,11	26,71	2,59	25,42	0,64
Marechal Thaumaturgo	24,95	25,88	0,93	25,48	0,15
Porto Acre	25,28	26,52	1,24	25,95	0,29
Capixaba	25,68	26,42	0,73	26,06	0,14
Acrelândia	25,98	26,57	0,59	26,27	0,10
Plácido de Castro	25,91	26,55	0,64	26,30	0,12
Senador Guimard	25,98	26,62	0,63	26,30	0,11

Fonte: Dados interpolados de Hijmans et al. (2005).

Considerando o limite de 300 mm, definido por Camargo et al. (2003) e Campanharo et al. (2008a) para a deficiência hídrica anual de 300 mm, em trabalhos de zoneamento agroclimático para a seringueira, pode-se verificar que no Acre todos os municípios estão dentro dessa faixa (Tabela 3). As menores médias encontram-se nos municípios de Mâncio Lima (5,73 mm  $\pm$  2,17 mm), Rodrigues Alves (12,91 mm  $\pm$  2,64 mm) e Cruzeiro do Sul (23,18 mm  $\pm$  6,82 mm); e as maiores deficiências hídricas anuais em Acrelândia (113,79 mm  $\pm$  6,61 mm), Plácido de Castro (104,63 mm  $\pm$  6,61 mm) e Senador Guimard (101,19 mm  $\pm$  5,34 mm).

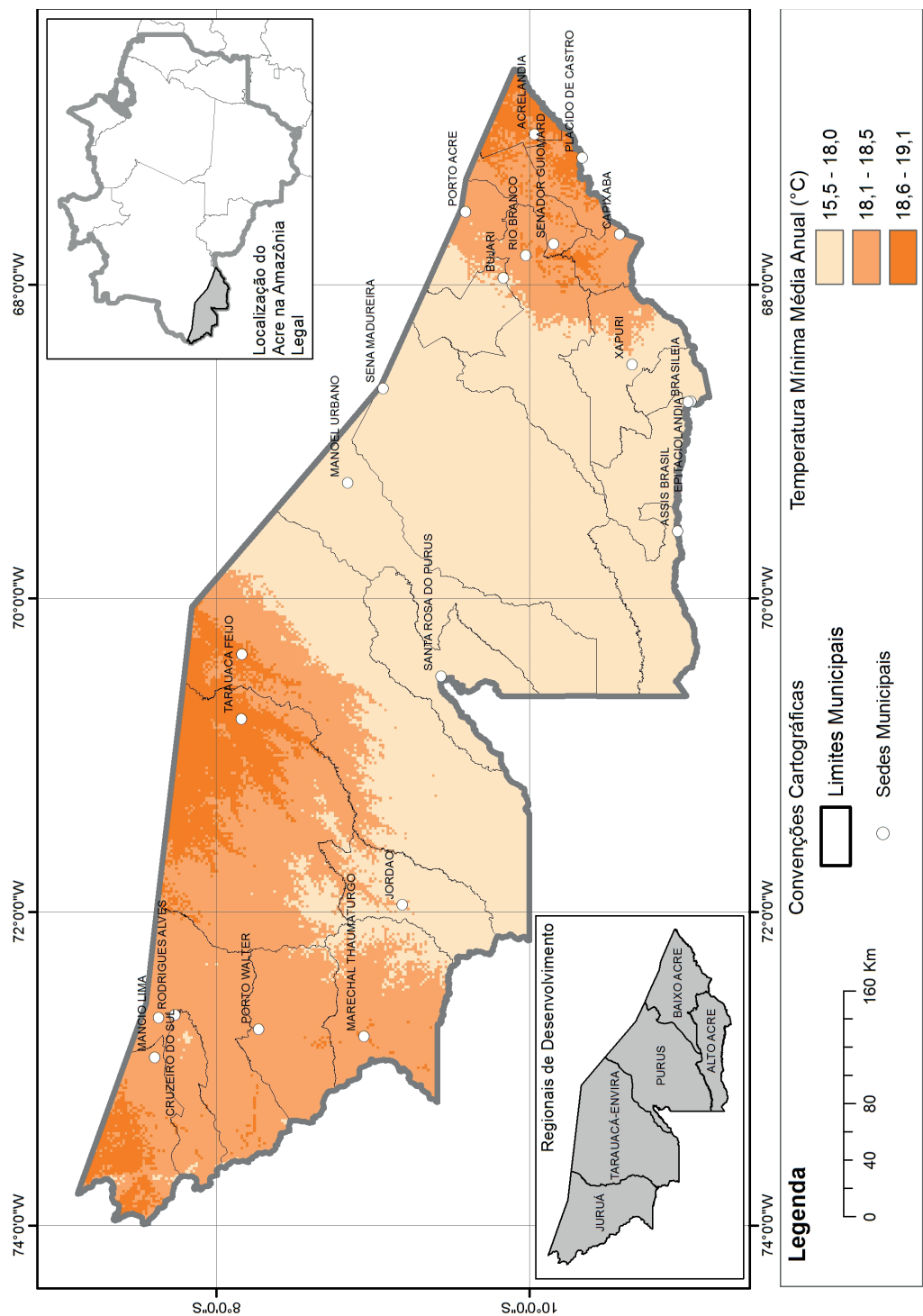


Figura 5. Variação da temperatura mínima do ar para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

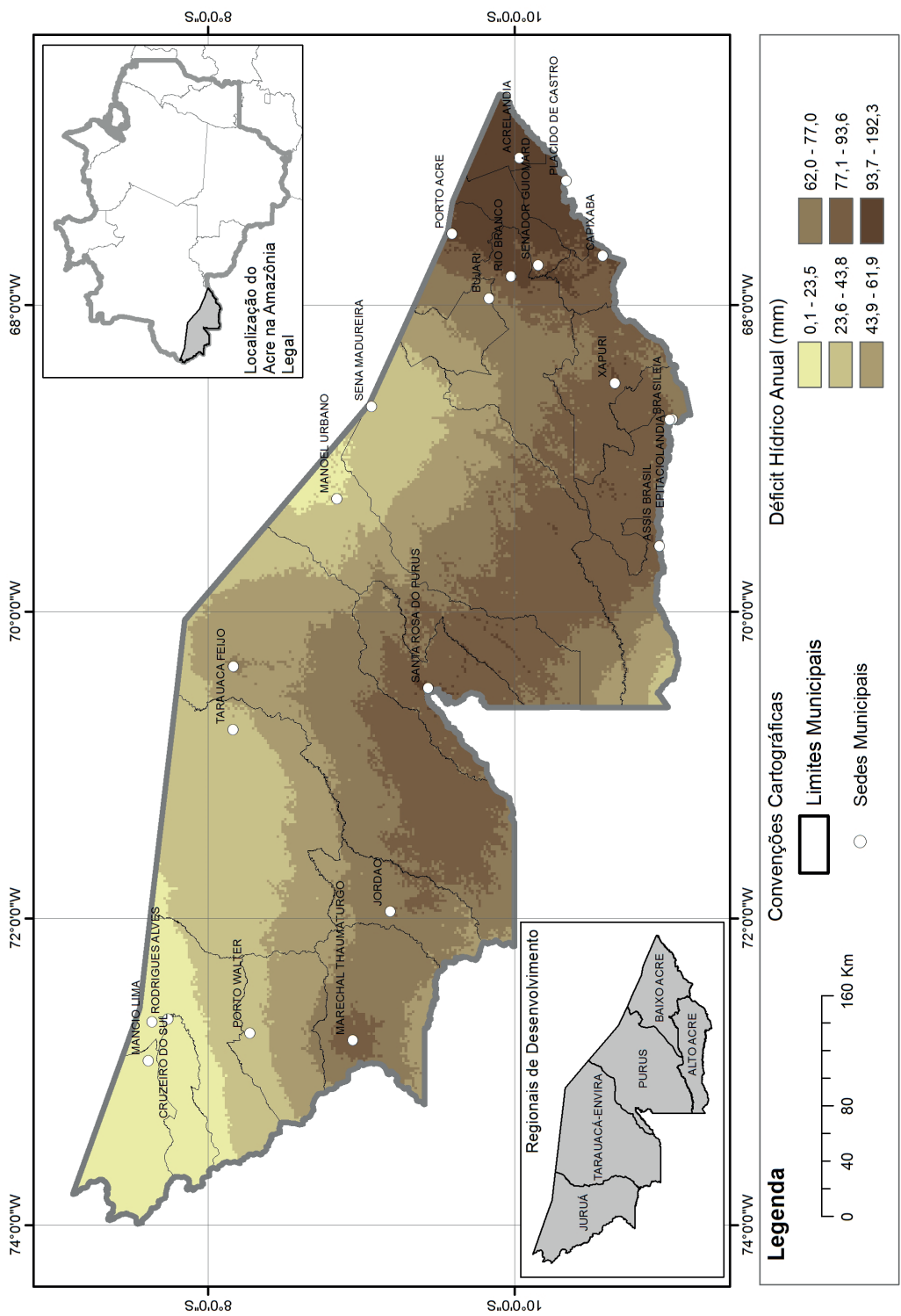


Figura 6. Déficit hídrico anual em milímetros para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.



**Tabela 3.** Variação do déficit hídrico anual nos municípios do estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

Município	Déficit hídrico anual (mm)				
	Mínima	Máxima	Amplitude	Média	Desvio-padrão
Mâncio Lima	0,11	11,96	11,85	5,73	2,17
Rodrigues Alves	3,17	20,09	16,91	12,91	2,64
Cruzeiro do Sul	7,07	38,91	31,83	23,18	6,82
Tarauacá	18,18	68,03	49,85	38,63	8,90
Porto Walter	28,75	72,21	43,47	47,81	8,71
Manoel Urbano	20,68	97,97	77,29	58,14	23,76
Bujari	37,61	89,23	51,62	61,18	7,81
Sena Madureira	22,30	98,01	75,71	62,40	18,81
Feijó	31,43	92,51	61,08	66,00	14,30
Jordão	51,03	84,32	33,29	67,98	6,62
Marechal Thaumaturgo	50,34	92,18	41,84	68,16	7,14
Assis Brasil	30,93	100,22	69,29	68,92	17,20
Rio Branco	40,87	102,35	61,48	75,91	12,10
Epitaciolândia	65,12	91,97	26,84	78,89	5,34
Santa Rosa do Purus	52,58	98,65	46,07	80,90	8,56
Xapuri	69,08	102,74	33,66	82,64	5,70
Porto Acre	60,04	105,28	45,24	84,04	13,67
Brasileia	72,71	105,07	32,35	84,62	4,21
Capixaba	71,33	101,60	30,26	91,64	3,60
Senador Guiomard	88,86	112,11	23,24	101,19	5,34
Plácido de Castro	88,37	123,82	35,44	104,63	6,77
Acrelândia	102,46	192,26	89,80	113,79	6,61

#### d) Zonas climáticas

Considerando as três variáveis definidas (temperatura média anual, temperatura do mês mais frio e déficit hídrico anual), as condições térmicas e hídricas são satisfatórias ao desenvolvimento vegetativo da seringueira em todo o território acreano e muito vulneráveis ao mal das folhas principalmente nas baixadas.

## Zoneamento do risco do mal das folhas

A principal restrição climática ao cultivo da seringueira (Pereira, 1982; Rao et al., 1993) está relacionada ao ambiente ser propício ou não à incidência do mal das folhas (*Pseudocercospora ulei*), que é o entrave principal à instalação comercial nas regiões tropicais-equatoriais brasileiras, condicionada, principalmente, pelo orvalho prolongado.

### a) Evapotranspiração real anual (ETR)

A evapotranspiração real anual no estado do Acre é alta em todo o território, variando de 1.176 mm a 1.466 mm (Figura 7), sendo os maiores valores encontrados nos extremos leste e oeste do estado e os menores na região central.

Os menores valores de evapotranspiração real anual (Tabela 4) são encontrados nos municípios de Brasileia (1.226,99 mm  $\pm$  26,46 mm), Assis Brasil (1.227,81 mm  $\pm$  22,82 mm) e Sena Madureira (1.256,37 mm  $\pm$  17,64 mm), e os maiores valores em Capixaba (1.413,55 mm  $\pm$  12,21 mm), Plácido de Castro (1.415,50 mm  $\pm$  13,51 mm) e Mâncio Lima (1.421,05 mm  $\pm$  24,73 mm). Dessa forma, em todo o estado os valores são maiores que 900 mm e associados com a precipitação anual e o excedente hídrico podem propiciar condições favoráveis ao mal das folhas.

### b) Excedente hídrico anual (Ea)

O excedente hídrico anual no estado do Acre é alto e variou de 364,9 mm a 1.188,8 mm, sendo os maiores valores encontrados no extremo oeste e em Manuel Urbano e os menores valores em uma faixa que se estende de Plácido de Castro a Assis Brasil e em Marechal Thaumaturgo e Jordão (Figura 8). Os maiores valores encontrados estão nos extremos leste e oeste do estado e os menores na região central.

Os menores valores de excedentes hídricos (Tabela 5) são encontrados nos municípios de Epitaciolândia (541,44 mm  $\pm$  23,89 mm), Marechal Thaumaturgo (549,40 mm  $\pm$  65,25 mm) e Brasileia (559,13 mm  $\pm$  22,26 mm), e os maiores valores em Mâncio Lima (847,72 mm  $\pm$  40,56 mm), Manoel Urbano (869,31 mm  $\pm$  176,16 mm) e Rodrigues Alves (1.022,66 mm  $\pm$  101,95 mm). Dessa forma, em todo o estado tem-se excedente hídrico superior a 200 mm o que eleva o risco de incidência do mal das folhas.

### c) Déficit hídrico anual (Da)

A deficiência hídrica anual é menor que 200 mm, porém esse déficit associado com os altos excedentes hídricos e altas taxas de evapotranspiração real constituem fatores de aumento do risco da ocorrência do mal das folhas.

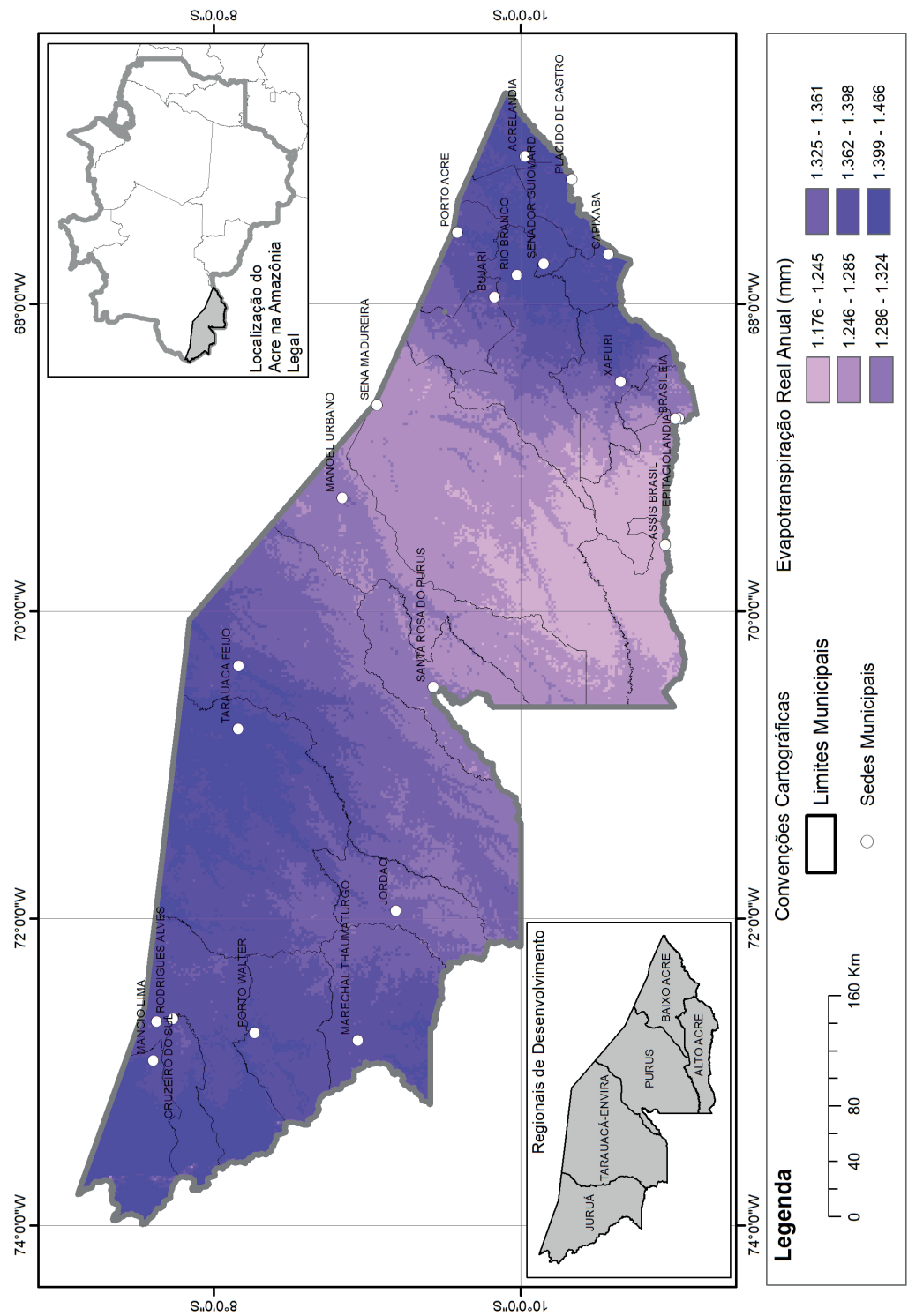


Figura 7. Variação da evapotranspiração real anual para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

**Tabela 4.** Variação da evapotranspiração real nos municípios do estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

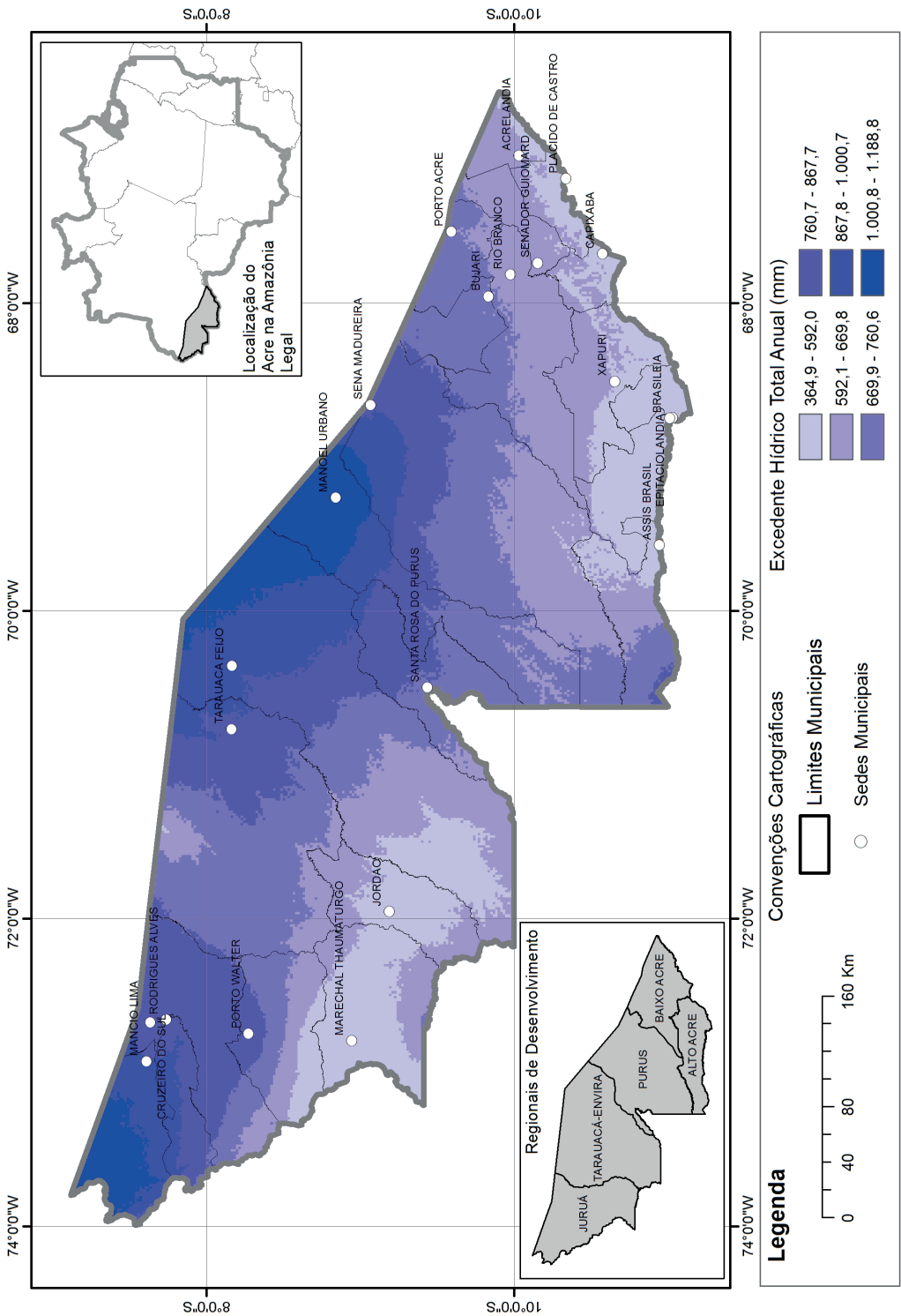
Município	Evapotranspiração real anual (mm)				
	Mínima	Máxima	Amplitude	Média	Desvio-padrão
Brasileia	1.175,86	1.306,69	130,83	1.226,99	26,46
Assis Brasil	1.177,41	1.282,22	104,81	1.227,81	22,82
Sena Madureira	1.191,40	1.326,43	135,03	1.256,37	17,64
Manoel Urbano	1.231,22	1.337,67	106,45	1.279,22	20,23
Santa Rosa do Purus	1.254,43	1.329,31	74,88	1.292,07	16,14
Epitaciolândia	1.253,82	1.358,39	104,57	1.300,58	20,97
Bujari	1.259,67	1.397,21	137,54	1.331,36	24,79
Jordão	1.286,79	1.396,26	109,48	1.334,23	19,41
Rio Branco	1.197,09	1.443,67	246,58	1.341,79	56,05
Xapuri	1.214,71	1.438,33	223,63	1.342,04	55,74
Feijó	1.271,36	1.435,94	164,58	1.342,81	26,77
Marechal Thaumaturgo	1.316,43	1.429,50	113,07	1.369,87	17,68
Porto Acre	1.318,68	1.421,49	102,81	1.370,71	22,03
Porto Walter	1.307,29	1.411,51	104,22	1.383,78	12,73
Cruzeiro do Sul	1.321,82	1.435,51	113,69	1.388,66	16,38
Tarauacá	1.311,57	1.462,56	151,00	1.392,61	24,06
Rodrigues Alves	1.275,79	1.435,17	159,38	1.398,96	21,21
Senador Guimard	1.367,36	1.438,60	71,24	1.405,77	12,69
Acrelândia	1.372,24	1.445,19	72,95	1.408,22	12,65
Capixaba	1.377,85	1.446,38	68,53	1.413,55	12,21
Plácido de Castro	1.374,16	1.451,17	77,00	1.415,50	13,51
Mâncio Lima	1.256,40	1.465,98	209,59	1.421,05	24,73

## d) Precipitação total anual (Pa)

A precipitação total anual no estado do Acre é alta em todo o território, variando de 1.608 mm a 2.483 mm (Figura 9), sendo os maiores valores encontrados no extremo oeste do estado e os menores no sudeste acreano e na região de Marechal Thaumaturgo.

Os menores valores de precipitação pluvial total anual (Tabela 6) são encontrados nos municípios de Brasileia (1.683,55 mm  $\pm$  18,31 mm), Epitaciolândia (1.725,78 mm  $\pm$  31,41 mm) e Assis Brasil (1.783,48 mm  $\pm$  96,10 mm), e os maiores valores em Mâncio Lima (2.347,01 mm  $\pm$  74,07 mm), Rodrigues Alves (2.182,86 mm  $\pm$  42,62 mm) e Cruzeiro do Sul (2.103,48 mm  $\pm$  64,74 mm). Dessa forma, em todo o estado os valores são maiores que 1.600 mm e associados com a alta evapotranspiração e o excedente hídrico condicionam moderada a alta probabilidade de ocorrência do mal das folhas.





**Tabela 5.** Variação do excedente hídrico anual nos municípios do estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

Município	Excedente hídrico anual (mm)				
	Mínima	Máxima	Amplitude	Média	Desvio-padrão
Epitaciolândia	477,56	588,60	111,04	541,44	23,89
Marechal Thaumaturgo	364,89	683,24	318,35	549,40	65,25
Brasileia	477,59	615,37	137,79	559,13	22,26
Plácido de Castro	538,33	638,71	100,38	583,89	18,92
Capixaba	534,51	636,36	101,85	587,05	16,03
Jordão	520,73	668,14	147,41	589,41	29,03
Xapuri	521,69	655,82	134,14	598,49	28,03
Acrelândia	551,82	662,36	110,53	607,47	22,80
Senador Guimard	581,95	695,80	113,85	625,15	21,97
Assis Brasil	489,35	828,55	339,20	642,82	68,47
Rio Branco	582,16	791,08	208,91	655,15	35,03
Porto Walter	482,30	851,75	369,45	668,83	84,75
Porto Acre	632,70	751,03	118,33	697,02	27,17
Bujari	654,07	790,86	136,79	717,03	25,53
Sena Madureira	577,44	1.064,02	486,58	733,36	97,27
Tarauacá	581,62	955,07	373,45	737,46	64,59
Santa Rosa do Purus	645,39	915,50	270,11	758,28	60,56
Feijó	540,07	1.098,30	558,24	777,06	163,65
Cruzeiro do Sul	598,08	909,95	311,87	790,90	61,12
Rodrigues Alves	738,26	1.020,98	282,72	847,72	40,56
Manoel Urbano	649,14	1.154,84	505,70	869,31	176,16
Mâncio Lima	829,17	1.192,06	362,90	1.022,66	101,95

## e) Zonas de risco

Em função das condições climáticas, todo o território acreano está em uma área marginal ao cultivo devido ao excesso de umidade, e a probabilidade de ocorrência do mal das folhas vai de alta a muito alta, ficando incluído na classe de risco alto.

Uma forma de estratificar o risco foi considerar a precipitação pluvial e o excedente hídrico que tinham variação local dentro da classe de risco alto e fazer uma nova estratificação (Tabela 7).

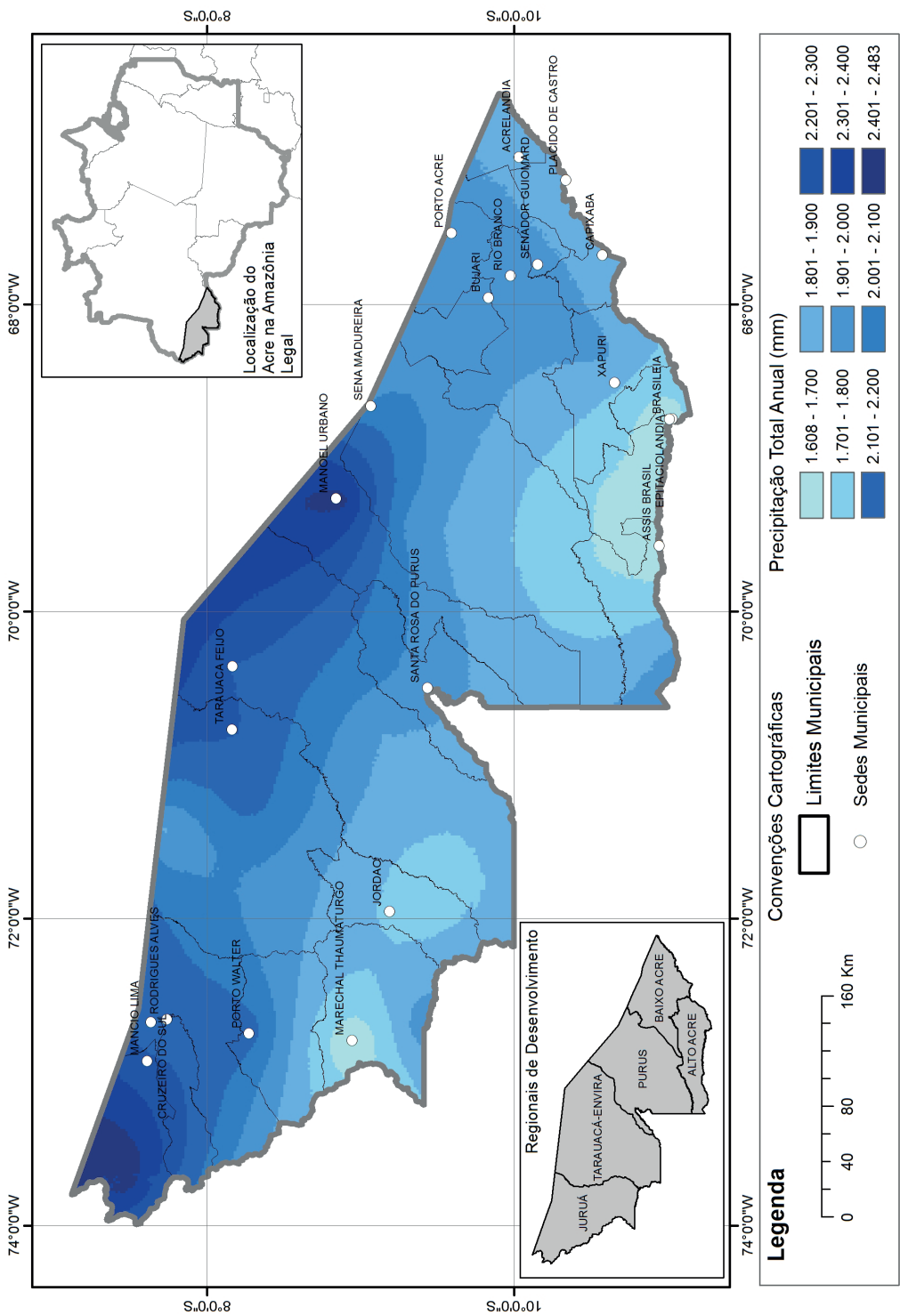


Figura 9. Variação da precipitação pluvial total anual para o estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

**Tabela 6.** Variação da precipitação pluvial total anual nos municípios do estado do Acre, referente à série histórica 1950–2000.

Município	Precipitação pluvial total anual (mm)				
	Mínima	Máxima	Amplitude	Média	Desvio-padrão
Brasileia	1.635,05	1.743,32	108,27	1.683,55	18,31
Epitaciolândia	1.659,26	1.793,84	134,58	1.725,78	31,41
Assis Brasil	1.619,10	2.010,82	391,72	1.783,48	96,10
Marechal Thaumaturgo	1.607,63	1.976,41	368,78	1.791,44	67,64
Jordão	1.737,21	1.946,15	208,95	1.815,03	41,51
Xapuri	1.695,11	1.918,72	223,61	1.830,03	61,42
Plácido de Castro	1.843,13	1.898,24	55,11	1.874,15	12,33
Acrelândia	1.845,36	1.911,19	65,83	1.876,20	15,40
Capixaba	1.840,43	1.916,26	75,83	1.887,63	17,33
Rio Branco	1.712,20	1.966,28	254,08	1.895,43	53,79
Sena Madureira	1.703,55	2.297,12	593,57	1.901,37	119,37
Senador Guimard	1.886,71	1.940,09	53,39	1.908,16	10,45
Porto Walter	1.737,57	2.162,00	424,43	1.939,78	101,36
Bujari	1.928,25	1.977,26	49,02	1.953,12	9,19
Porto Acre	1.919,48	1.980,67	61,18	1.954,52	14,56
Santa Rosa do Purus	1.843,16	2.134,95	291,78	1.961,18	74,39
Feijó	1.756,13	2.381,92	625,79	2.032,55	193,59
Tarauacá	1.854,07	2.303,66	449,59	2.044,87	89,80
Manoel Urbano	1.810,66	2.428,55	617,90	2.077,72	215,06
Cruzeiro do Sul	1.888,13	2.260,59	372,46	2.103,48	64,74
Rodrigues Alves	2.062,92	2.292,31	229,39	2.182,86	42,62
Mâncio Lima	2.172,08	2.482,80	310,71	2.347,01	74,07

**Tabela 7.** Risco de ocorrência do mal das folhas no estado do Acre, de acordo com os níveis de precipitação e excedente hídrico.

Risco	Precipitação pluvial total anual (mm)	Excedente hídrico (mm)
Alto	1.600–1.800	< 600
Muito alto	> 1.800	> 600

Em 10,7% do território acreano (Figura 10) há risco alto para a ocorrência do mal das folhas. Essas áreas estão distribuídas nos municípios de Marechal Thaumaturgo, Jordão, Assis Brasil, Brasileia e Epitaciolândia. Em 12,0% do território acreano o risco está situado de alto a muito alto, que é uma zona intermediária nos municípios de Marechal Thaumaturgo, Jordão, Feijó, Assis Brasil, Sena Madureira, Xapuri, Capixaba, Plácido de Castro e Acrelândia. O restante do estado (77,3%) tem risco muito alto de ocorrência da doença.

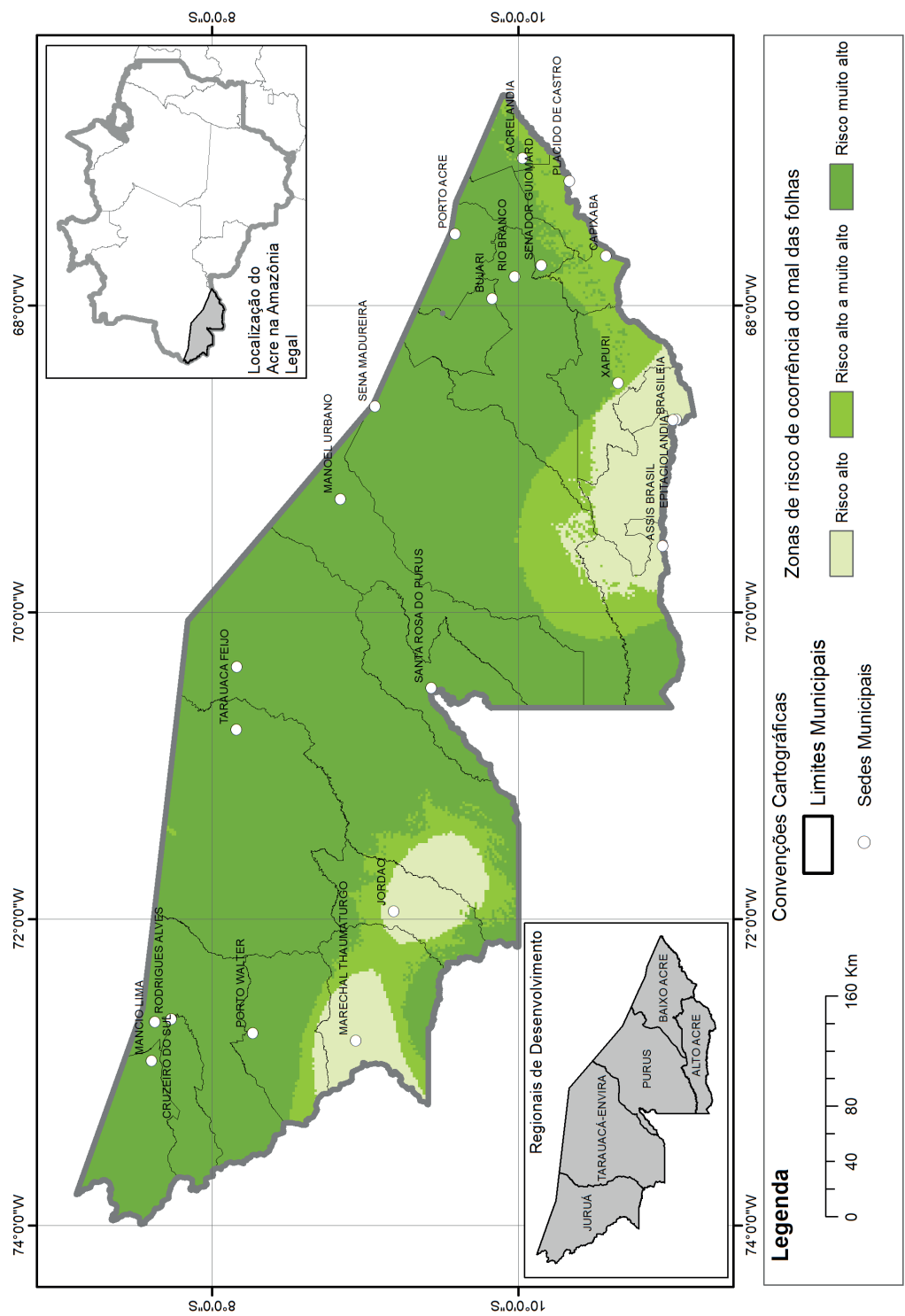


Figura 10. Risco de ocorrência do mal das folhas no estado do Acre, considerando as variáveis climáticas referentes à série histórica 1950–2000.



## Zoneamento climático para a heveicultura

O primeiro e mais decisivo passo em qualquer planejamento de silvicultura deve ser a identificação de áreas com alto potencial de produção, onde o clima seja adequado para a cultura (Pereira et al., 2002).

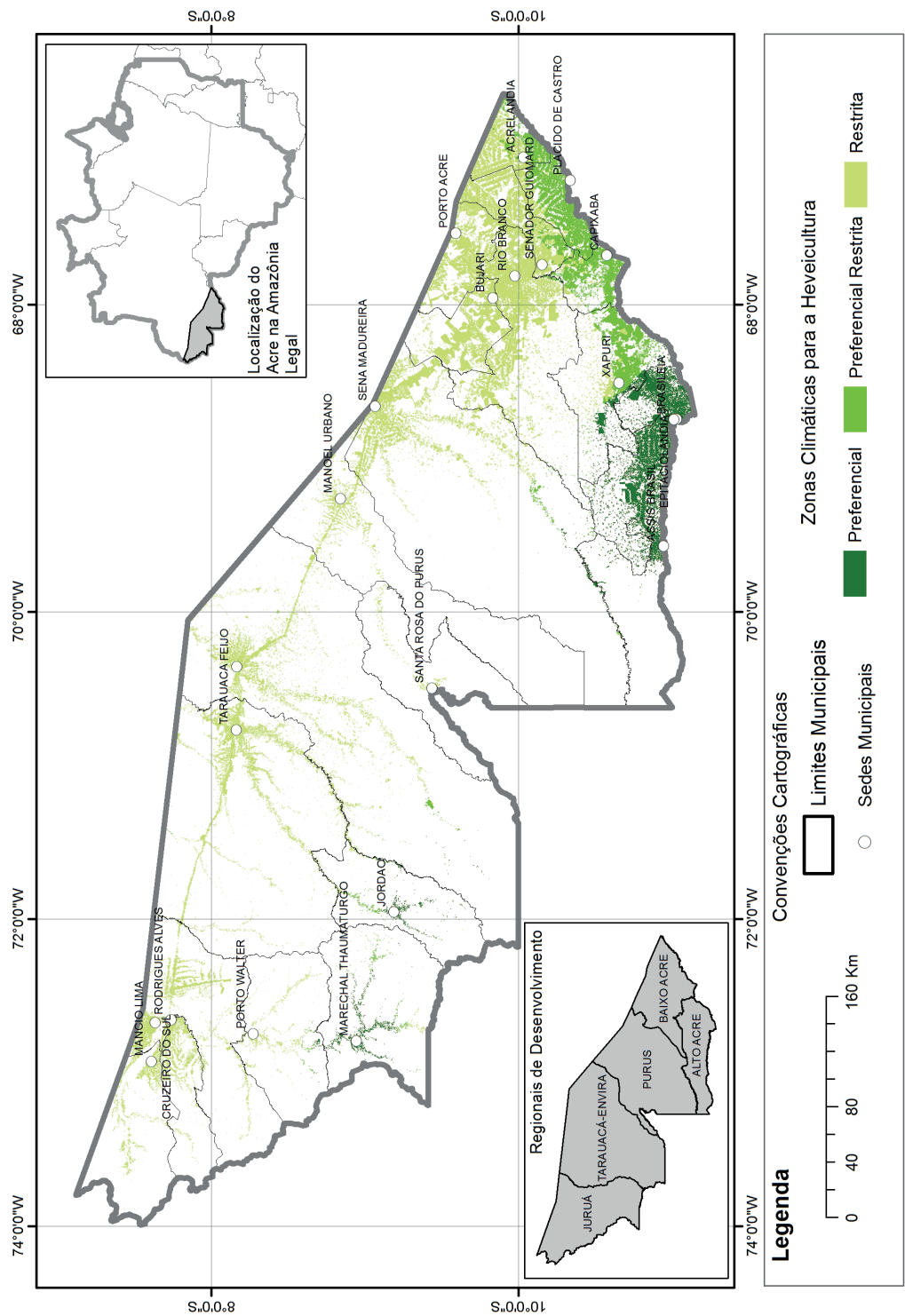
Reis (1974), Camargo (1976), Ortolani (1985), Almeida et al. (1987), Marin e Barreto Junior (2005), Cecílio et al. (2006), Pilau et al. (2007) e Campanharo et al. (2008b) desenvolveram trabalhos relevantes no âmbito nacional de zoneamento agroclimático para a heveicultura, levando em consideração o risco de ocorrência do mal das folhas, tendo como base dados de precipitação, temperatura do ar e os elementos do balanço hídrico.

Integrando o zoneamento climático para o cultivo da seringueira e o zoneamento do risco do mal das folhas com as áreas desmatadas, foi possível definir áreas prioritárias para a implantação de seringais de cultivo no Acre, desde que se utilizem clones com resistência genética ao mal das folhas da seringueira, uma vez que as condições climáticas são adequadas à ocorrência de surtos.

Nas áreas desmatadas no estado do Acre até o ano de 2016, considerando apenas aspectos climáticos, 14,1% são preferenciais (328.785 ha) para o cultivo, uma vez que as condições de risco são menores. Essas áreas se distribuem nos municípios de Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia, Xapuri, Marechal Thaumaturgo e Jordão (Figura 11).

As áreas preferenciais restritas ocupam 16,3% das áreas já desmatadas e ocorrem nos municípios de Xapuri, Capixaba, Plácido de Castro, Acrelândia e Senador Guimard, ocupando 380.059 ha.

A área restante corresponde a 69,6% que são restritos para o cultivo da seringueira em função do risco muito alto de ocorrência de surtos da doença mal das folhas.



**Figura 11.** Zonas climáticas para a heveicultura no estado do Acre, considerando as variáveis climáticas referentes à série histórica 1950–2000.

## Considerações finais

O mapa de aptidão climática para a heveicultura fornece importantes ferramentas para recomendações práticas a serem executadas no estabelecimento dos cultivos, prevenção e controle das doenças, que servirão de base para a elaboração de políticas públicas voltadas ao setor agrícola.

Em todo o território acreano há um risco alto a muito alto de ocorrência de surtos da doença mal das folhas da seringueira, em função das condições climáticas, principalmente do excesso de umidade.

No cenário climático atual, considerando um programa de plantio, é imprescindível o uso de clones com resistência genética ao mal das folhas da seringueira, uma vez que o estado está em uma zona marginal para o cultivo e de ocorrência natural da espécie. Em uma situação de cultivo, o risco da doença mal das folhas é potencializado.

Os municípios de Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia, Xapuri, Marechal Thaumaturgo e Jordão seriam os prioritários para um programa de silvicultura tomando como base a seringueira.

Ocorrem também áreas da classe preferencial restrita nos municípios de Xapuri, Capixaba, Plácido de Castro, Acrelândia e Senador Guomard que poderiam ser inseridas em um programa de reflorestamento.

Nos demais municípios o risco do mal das folhas é muito alto, o que aumenta a chance de insucesso nos plantios se não houver o uso de clones resistentes.

## Referências

ACRE (Estado). **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento Síntese – Escala 1:250.000.** 2. ed. Rio Branco, AC: SEMA, 2010. 354 p.

ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. **Documento síntese – Escala 1:250.000.** Rio Branco, AC: SEMA, 2006.

ALMEIDA, H. A.; SANTANA, S. O.; SÁ, D. F. Zoneamento edafo-climático para a seringueira no sudeste da Bahia, com enfoque na incidência do mal-das-folhas. **Revista Theobroma**, v. 17, p. 111-123. 1987.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC. 19. Rio Branco:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1976. 458 p. (Levantamento de recursos naturais, 12).

CAMARGO, A. P. Aptidão climática para a heveicultura no Brasil. **Ecossistema**, v. 1, p. 6-14, 1976.

CAMARGO, A. P.; CARDOSO, R. M. G.; SCHMIDT, N. C. Comportamento e ecologia do “Mal-das-folhas” da seringueira nas condições climáticas do Planalto Paulista. **Bragantia**, v. 26, p. 1-18, 1967.

CAMARGO, A. P.; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P. **Zoneamento climático da Heveicultura no Brasil**. Campinas: EMBRAPA-CNPQ, 2003. 19 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 24).

CAMPANHARO, W. A.; SPERANDIO, H. V.; CECÍLIO, R. A. Zoneamento agroclimático da seringueira para o estado do Espírito Santo, com vistas à delimitação de áreas de escape contra o mal-das-folhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBMet, 2008a.

CAMPANHARO, W. A.; CECÍLIO, R. A.; SPERANDIO, H. V.; JÚNIOR, W. C. J.; PEZZOPANE, J. E. M. Potencial impacto das mudanças climáticas sobre o zoneamento agroclimático para a seringueira no Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 89, p. 9-19, mar. 2008b.

CECÍLIO, R. A.; MEDEIROS, S. de S.; DANTAS NETO, F. S.; SOUZA, J. A. A. de; SOARES A. A. de. Zoneamento climático associado ao potencial de cultivo das culturas do café, cana-de-açúcar e amendoim nas sub-bacias do alto e médio São Francisco em Minas Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 39-45.

CECÍLIO, R. A.; MEDEIROS, S. S.; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; SOUZA, J. A. Zoneamento agroclimático para a heveicultura na parte leste do estado da Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 14-17, 2006.

COELHO JUNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P.; BORGES, L. A. C.; OLIVEIRA, A. D. Análise temporal da borracha natural brasileira. **Cerne**, v. 15, n. 1, p. 19-26, 2009.

DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971-2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 3b, p. 96-15, 2006.

EMBRAPA. **Relatório da reunião de zoneamento agrícola para o plantio da seringueira**: novembro 1979. Manaus: EMBRAPA-CNPQ, 1980. 38 p.

FERREIRA, C. C. M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais**. 1997. 158 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

GONÇALVES, P. de S. Uma história de sucesso: a seringueira no estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v. 54, n. 1, p. 6-10, 2002.

GONÇALVES, R. C.; GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P. de; DUARTE, A. F.; BAYMA, M. M. A. **Manual de heveicultura para a região sudeste do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2013. 152 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 128).

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Programa Seringueira**. Disponível em: <http://iac.impulsohost.com.br/areasdespesquisa/seringueira/importancia.php>. Acesso em: 12 set. 2011.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cultivo da seringueira (Hevea spp.)**. Disponível em: [http://www.iapar.br/zip\\_pdf/cultsering.pdf](http://www.iapar.br/zip_pdf/cultsering.pdf). Acesso em: 15 fev. 2010.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática SIDRA. Banco de dados Agregados. **Produção agrícola municipal**: quantidade produzida por lavoura permanente. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>. Acesso em: 13 jan. 2017.

LIEBEREI, R. South American leaf blight of the Rubber Tree (*Hevea spp.*): new steps in plant domestication using physiological features and molecular markers. **Annals of Botany**, v. 100, n. 6, p. 1125-1142, 2007.

MACEDO, R. L. G.; OLIVEIRA, T. K.; VENTURIN, N.; GOMES, J. E. Introdução de clones de seringueira no Noroeste do Estado de Minas Gerais. **Cerne**, v. 8, n. 1, p. 124-133, 2002.

MEDEIROS, A. G. **Novos conceitos sobre controle químico do “mal-das-folhas” da seringueira**. Itabuna: CEPEC-CEPLAC, 1976. 20 p. (Ceplac. Boletim técnico, 35).

MARIN, F. R.; BARRETO JUNIOR, C. E. F. Zoneamento agroclimático da heveicultura no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBAgro, 2005.

MARTINS, M. B. G.; ZIERI, R. Anatomia foliar de clones de seringueira. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 4, p. 709-713, out./dez. 2003.

MARTORANO, L. G.; MONTEIRO, D. C. A.; BRIENZA JUNIOR, S.; LISBOA, L. S.; ESPÍRITO SANTO, J. M.; ALMEIDA, R. F. Top-bioclimate conditions associated to natural occurrence of two Amazonian native tree species for sustainable reforestation in the State of Para, Brazil. In: VILLACAMPA, Y.; BREBBIA, C. A. (ed.). **Ecosystems and sustainable development VIII**. Ashurst Lodge: Wittpress, 2011. p. 111-122.

MENDES, M. E. G.; VILLAGRA, M. M.; SOUZA, N. D.; BACCHI, O. O.; REICHARDT, K. Relações hídricas em seringal do município de Piracicaba, SP. **Scientia Agricola**, v. 49, n. 1, p. 103-109, 1992.

MESQUITA, C. C. **O clima do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: SECTMA, 1996. 57 p.

MORCELI, P. Borracha natural: perspectiva para a safra de 2004/05. **Revista Política Agrícola**, v. 13, n. 2, p. 56-67, 2004.

MORENO, R. M. B.; FERREIRA, M.; GONCALVES, P. de S.; MATTOSO, L. H. C. Avaliação do látex e da borracha natural de clones de seringueira no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 5, p. 583-590, 2003.

ORMSBY, T.; NAPOLEON, E.; BURKE, R.; GROESSL, C. **Getting to know ArcGIS desktop**: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo. Califórnia: ESRI, 2001. 541 p.

ORTOLANI, A. A. Aptidão climática para a cultura da seringueira em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, n. 11, p. 8-12, 1985.

ORTOLANI, A. A. **Planejamento e proteção preventiva contra geada**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1982. 5 p.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; CAMARGO, M. B. P.; BRUNINI, O. Aptidão climática para regionalização da heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO PARA RECOMENDAÇÃO DE CLONES DE SERINGUEIRA, 1983, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, p. 19-28, 1983.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, A. R. Crop planning for different environments. **Agricultural Meteorology**, v. 27, p. 71-77, 1982.

PILAU, F. G.; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; BARBARISI, B. F. Zoneamento agroclimático da heveicultura para as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 2, p. 161-168, 2007.

RAO, S. P.; JAYARATHNAM, K.; SETHURAJ, M. R. An index to assess areas hydrothermally suitable for rubber cultivation. **Indian Journal of Natural Rubber Research**, v. 6, n. 1-2, p. 80-91, 1993.

REIS, A. C. S. **Zoneamento agroclimático para a seringueira em Pernambuco**. 1974. 35 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

RUBBER STATISTICAL BULLETIN, Singapore: IRSG, v. 61, n. 6-7, 2007.



SHANGPHU, L. Judicious tapping with stimulation base on dynamic analysis of latex production. In: IRRDB RUBBER PHYSIOLOGY AND EXPLOITATION MEETING, 1986, Hainan, China.

**Proceedings...** Montpellier: CIRAD-IRCA, 1986. p. 230-239.

SHUOCHANG, A.; YAGANG, G. Exploration of the high yield physiological regulation of *Hevea brasiliensis* in Xishunangbanna. In: IRRDB SYMPOSIUM ON PHYSIOLOGY AND EXPLOITATION OF HEVEA BRASILIENSIS, 1990, Kunming, China. **Proceedings...** Kunming, China, 1990. p. 83-92.

SILVA, K. R. da; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; GARCIA, G. de O. Zoneamento edafoclimático para a cultura da seringueira no Espírito Santo. **Irriga**, v. 18, n. 1, p. 1-12, jan./mar. 2013.

SOUZA, I. A. de. **Avaliação de clones de Seringueira (*Hevea spp.*) em Piracicaba - SP**. 2007. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

THORNTON, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTON, C. W.; MATHER, J. R. **The Water Balance**. Centerton, New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p. (Publications in climatology, v. 8).

TOURNE, D. C. M.; MARTORANO, L. G.; BRIENZA JUNIOR, S.; DIAS, C. T. S.; LISBOA, L. S.; SARTORIO, S. D.; VETTORAZZI, C. A. Potential topoclimatic zones as support for forest plantation in the Amazon: advances and challenges to growing Paricá (*Schizolobium amazonicum*). **Environmental Development**, v. 18, p. 26-35, Apr. 2016.

VIÉGAS, M. I. J.; CARVALHO, J. G. **Seringueira: nutrição e adubação no Brasil**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 284 p.

## Solos e Aptidão Pedoclimática para o Cultivo da Seringueira no Acre

Nilson Gomes Bardales  
Edson Alves de Araújo  
Antonio Willian Flores de Melo  
Eufraan Ferreira do Amaral  
João Luiz Lani



## Introdução

Carmo e Figueiredo (1985), Bataglia et al. (1987), Matos et al. (1995), Cunha et al. (2000) e Carmo et al. (2000) enfatizaram em seus estudos a importância da classe de solo no crescimento e na produção de seringais de cultivo.

As características físicas do solo constituem os principais fatores limitantes ao desenvolvimento da seringueira (Marques, 1988; Carmo et al., 2003), uma vez que, embora as características químicas sejam relevantes, são mais facilmente corrigidas por meio das práticas de calagem e adubação. Por outro lado, as características de natureza física, mineralógica e morfológica são definitivas e seus efeitos são pouco mitigáveis pelas práticas de manejo.

Cunha et al. (2000) citam, com relação às propriedades físicas dos solos, que a seringueira necessita de solos profundos, porosos, bem drenados onde o seu sistema radicular possa se desenvolver plenamente, possibilitando o suprimento de água, nutrientes e uma boa fixação da árvore.

Os solos adequados para o cultivo da seringueira, em geral, devem apresentar profundidade efetiva superior a 200 cm, pH entre 4,5 e 5,5, boa drenagem, baixo conteúdo de silte e gradiente textural baixo (Motta, 2007; Terra, 2012).

A boa disponibilidade de água constitui um aspecto fundamental para a cultura da seringueira, uma vez que a planta necessita retirar do solo uma grande quantidade de água para suportar uma produção de látex que chega a conter 68% de água (Carmo et al., 2003). A disponibilidade adequada de água é função não só dos aspectos climáticos, mas também das características dos solos para reter a umidade.

A seringueira é mais adaptada a solos de textura argilosa (Carmo et al., 2004), em função de sua maior retenção de umidade. Os solos de textura média apresentam também bom potencial para serem explorados com a cultura, desde que estejam em áreas com alta precipitação pluvial.

Solos arenosos, por sua vez, caracterizados pela baixa retenção de água e sujeitos à lixiviação intensa de nutrientes não são indicados para a cultura (Minas Gerais, 1980).

Gonçalves et al. (2013) enfatizam que o solo tem grande relevância para o cultivo da seringueira, pois esse sistema suporta a planta e abriga grande diversidade de agentes bióticos e não bióticos importantes para a heveicultura. As características apropriadas para o cultivo da seringueira são:



- a) Profundidade mínima de 1 m sem barreira de impedimento.
- b) Camada de solo superior a 3 m sem lençol freático.
- c) Espessura mínima de 80 cm da superfície sem a presença de tabatinga.
- d) Percentual de concreções lateríticas não superior a 15%.
- e) Conteúdo de argila não superior a 30%.
- f) Textura média, proporção de argila entre 15% e 35%.
- g) Teor de matéria orgânica de 5%.
- h) Teor de minerais de 45%, exceto em pedras.
- i) Teor de porosidade de 25%.
- j) Conteúdo de água de 25%.

Carmo et al. (2000) esclarecem que um programa de expansão da área plantada com seringueiras representaria um esforço expressivo em termos ambientais, uma vez que, além de contribuir para o sequestro do carbono da atmosfera, melhoria da qualidade ambiental e produção de madeira, ainda tem vida útil de 30 anos para a produção de látex, como atrativo extra do ponto de vista econômico. Destaca-se ainda que uma oferta extra de borracha natural também poderá reduzir a produção de borracha sintética, que é um produto altamente poluente, resultante de um processo industrial oriundo do petróleo.

O objetivo deste capítulo foi espacializar as áreas aptas ao cultivo da seringueira, tendo como referencial a base de dados de perfis de solos descritos no Acre e de dados geográficos do zoneamento ecológico-econômico do Acre (escala de 1:250.000), ordenados por municípios, para auxiliar os gestores, extensionistas e técnicos que trabalham com essa cultura no estado.

## Metodologia adotada

A área de estudo corresponde a toda área desmatada do estado do Acre até o ano de 2016 (Acre, 2017). Com aproximadamente 23.360 km<sup>2</sup>, entre as latitudes de 7°7'S e 11°8'S e as longitudes de 66°30'W e 74°0'W, essa superfície territorial compreende 14,2% da área total do estado.

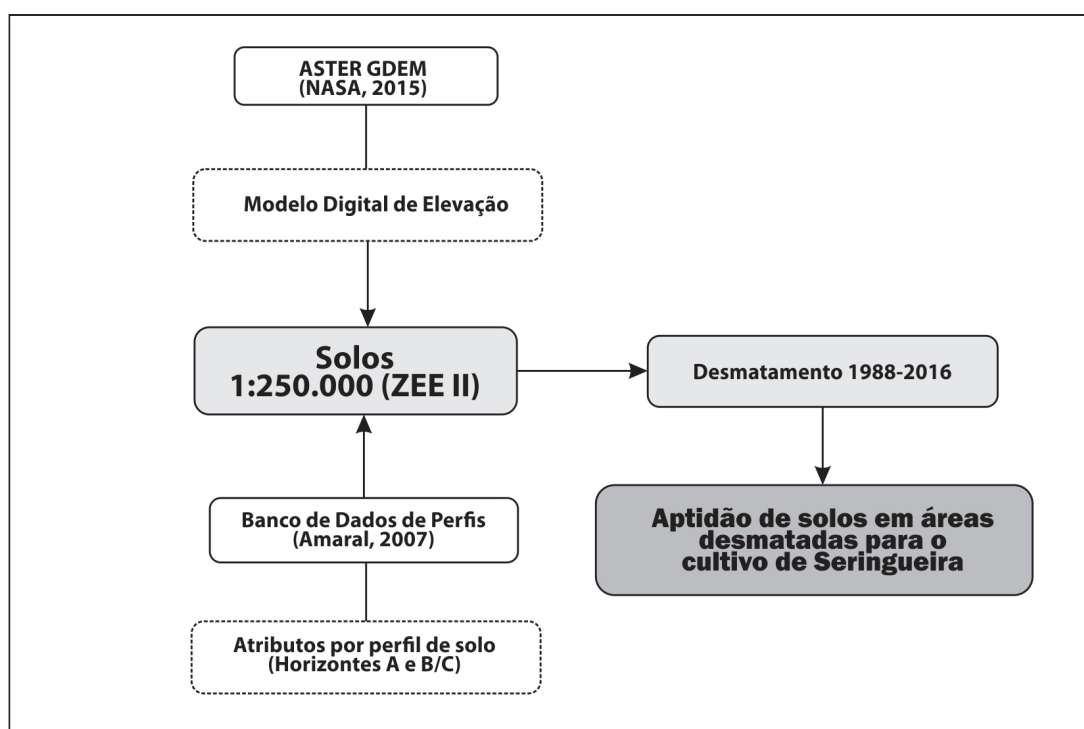
Para estruturação da base de dados de solos do estado do Acre foram utilizados os perfis sistematizados por Amaral (2007). Os dados morfológicos utilizados consistiram na drenagem e profundidade efetiva. Os dados de física utilizados foram a composição granulométrica, analisada pelo método da pipeta (Embrapa, 1997), e os químicos foram pH em água, cálcio, magnésio, alumínio trocável e potássio (Embrapa, 2011). A acidez potencial ( $H^+ + Al^{3+}$ ) e o



fósforo disponível estavam de acordo com Defellipo e Ribeiro (1997), e o carbono orgânico total conforme metodologia de Walkley e Black (1934).

Foram ainda calculadas a saturação de alumínio, saturação de bases e capacidade de troca de cátions (CTC) de acordo com Embrapa (2013).

Os pontos dos perfis (Amaral, 2007) foram integrados com o mapa de solos do ZEE na escala de 1:250.000 (Acre, 2006) de forma a ter variabilidade superficial e subsuperficial de perfis em cada unidade de mapeamento (Figura 1).



**Figura 1.** Fluxograma metodológico para obtenção da aptidão dos solos destinados ao cultivo da seringueira nas áreas desmatadas do estado.

Fonte: Amaral (2007) e Nasa (2015).

Os dados de paisagem foram aqueles relacionados ao relevo de cada unidade de mapeamento. Com o uso de imagens de radar Aster com pixel de 30 m (Nasa, 2011) foi construído o modelo digital de elevação hidrológicamente consistente, que foi a base para a estratificação e é essencial para o conhecimento dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em uma determinada paisagem (Luiz et al., 2007).

Para cada variável pedológica procedeu-se à estratificação em quatro classes, de acordo com os requerimentos da cultura da seringueira (Tabela 1): preferencial, recomendável, pouco recomendável e não recomendável. A classe preferencial representa as condições ótimas para a cultura, a recomendável representa condições adequadas com ligeiras restrições, a classe pouco recomendável já apresenta restrições consideráveis e a não recomendável constitui aquelas áreas nas quais o parâmetro se apresenta com condições inadequadas para a cultura.

As variáveis foram estratificadas em quatro grupos para permitir uma visão integrada dos níveis de restrição:

- a) Morfologia – considerando as variáveis de difícil correção como drenagem, relevo, profundidade efetiva e textura.
- b) Fertilidade – considerando as variáveis integradoras como a saturação de bases e capacidade de troca de cátions no horizonte subsuperficial.
- c) Mineralogia – considerando a atividade de argila como indicador da composição mineralógica.
- d) Matéria orgânica – considerando o teor de carbono no horizonte superficial como indicador de estrutura do solo.

Para definição da aptidão pedológica no manejo simples foi considerada uma média aritmética das variáveis de morfologia e de fertilidade, uma vez que se tem, nesse caso, a convivência do produtor com todas as restrições sem possibilidades de correção, assim a aptidão foi definida segundo a fórmula:

$$AP = (Morfologia + Fertilidade)/2$$

Para definição da aptidão no nível de manejo regular com práticas de adubação e calagem foi considerado como elemento de enquadramento o grupo de variáveis da morfologia e mineralogia, uma vez que se prevê correção da fertilidade e da acidez do solo como base do manejo:

$$AP = (Morfologia + Mineralogia)/2$$

Para o nível de manejo avançado foram considerados, além das variáveis morfológicas, os níveis de carbono, uma vez que nesse nível se quer obter um manejo com práticas conservacionistas avançadas, e a equação utilizada para expressar a aptidão foi:

$$AP = (Morfologia + Mineralogia + Matéria orgânica)/3$$

Tabela 1. Requerimentos pedológicos para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Parâmetro	Classe de aptidão pedológica			
	Preferencial (4)	Recomendável (3)	Pouco recomendável (2)	Não recomendável (1)
Drenagem	Bem drenado	Moderadamente drenado	Imperfeitamente drenado	Mal drenado, muito mal drenado, excessivamente drenado, fortemente drenado, acentuadamente drenado
Relevo	Plano (0%–3%), suave ondulado (3%–8%)	Ondulado (3%–8%)	Forte ondulado (20%–45%)	Montanhoso (45%–75%), escarpado (>75%)
Profundidade efetiva	Muito profundo (>200 cm)	Profundo (>100 e <= 200 cm)	Pouco profundo (>50 e <= 100 cm)	Raso (<= 50 cm)
Grupamento textural	Média (<35% argila e >15% areia)	Argilosa (35% a 60% argila)	Muito argilosa (>60% argila), silty (<35% argila e <15% areia), arenosa (>70% areia)	
Atividade de argila	Atividade muito baixa (<8 cmol <sub>c</sub> kg de argila)	Atividade moderadamente baixa (8 a <17 cmol <sub>c</sub> kg de argila)	Atividade média (17 a <27 cmol <sub>c</sub> kg de argila)	Atividade muito alta (>27 cmol <sub>c</sub> kg de argila)
Capacidade de troca de cátions	Alto (>10,0 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	Médio (4,5–10,0 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	Baixo (<4,5 cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	
Saturação de bases	Eutróficos (>= 50%)	Distróficos (<50%)	Oligotróficos (<35%)	
Carbono	Alto (>1,4 dag kg <sup>-1</sup> )	Médio (0,8–1,4 dag kg <sup>-1</sup> )	Baixo (<0,8 dag kg <sup>-1</sup> )	

Fonte: Minas Gerais (1980), Carmo et al. (2003), Carmo et al. (2004) e Gonçalves et al. (2013).

# Resultados

## Aspectos de morfologia

Os aspectos de morfologia consideram a distribuição no estado do Acre da drenagem, relevo, profundidade efetiva e textura.

A drenagem é uma variável importante a ser considerada para evitar o risco do mal das folhas e permitir o bom desenvolvimento das plantas de seringueira. As áreas não recomendadas são aquelas em que a drenagem é deficiente resultando em acúmulo de água na maior parte do ano (mal drenado e muito mal drenado) ou em áreas em que não há retenção eficiente de água (excessivamente drenado, fortemente drenado e acentuadamente drenado). As áreas não recomendadas ocupam 12% do território acreano (Tabela 2) e estão distribuídas em 281.311,7 ha no eixo dos grandes rios do estado (acúmulo de água) e na região de Cruzeiro do Sul (pouca retenção de água).

**Tabela 2.** Classes de aptidão da drenagem do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	281.311,7	12,0
Pouco recomendada	286.456,2	12,3
Recomendada	787.034,9	33,7
Preferencial	964.891,0	41,7
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas preferenciais (com boa drenagem) ocupam 964.891 ha e se distribuem em dois polos: na Regional do Juruá, município de Cruzeiro do Sul, e nas regionais do Purus, Alto e Baixo Acre, principalmente nos municípios de Sena Madureira, Bujari, Porto Acre, Rio Branco, Acrelândia, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Capixaba, Xapuri, Brasileia, Epitaciolândia e Assis Brasil (Figura 2).

O relevo é uma variável importante como indicador de realização efetiva de atividades mecanizadas durante a implantação da cultura, permitindo as atividades de exploração e transporte de insumos. As áreas pouco recomendadas são aquelas de relevo forte ondulado (com declividade de 20%–45%) e ocupam 2,1% da área já desmatada do estado o que corresponde a 48.246,4 ha (Tabela 3).

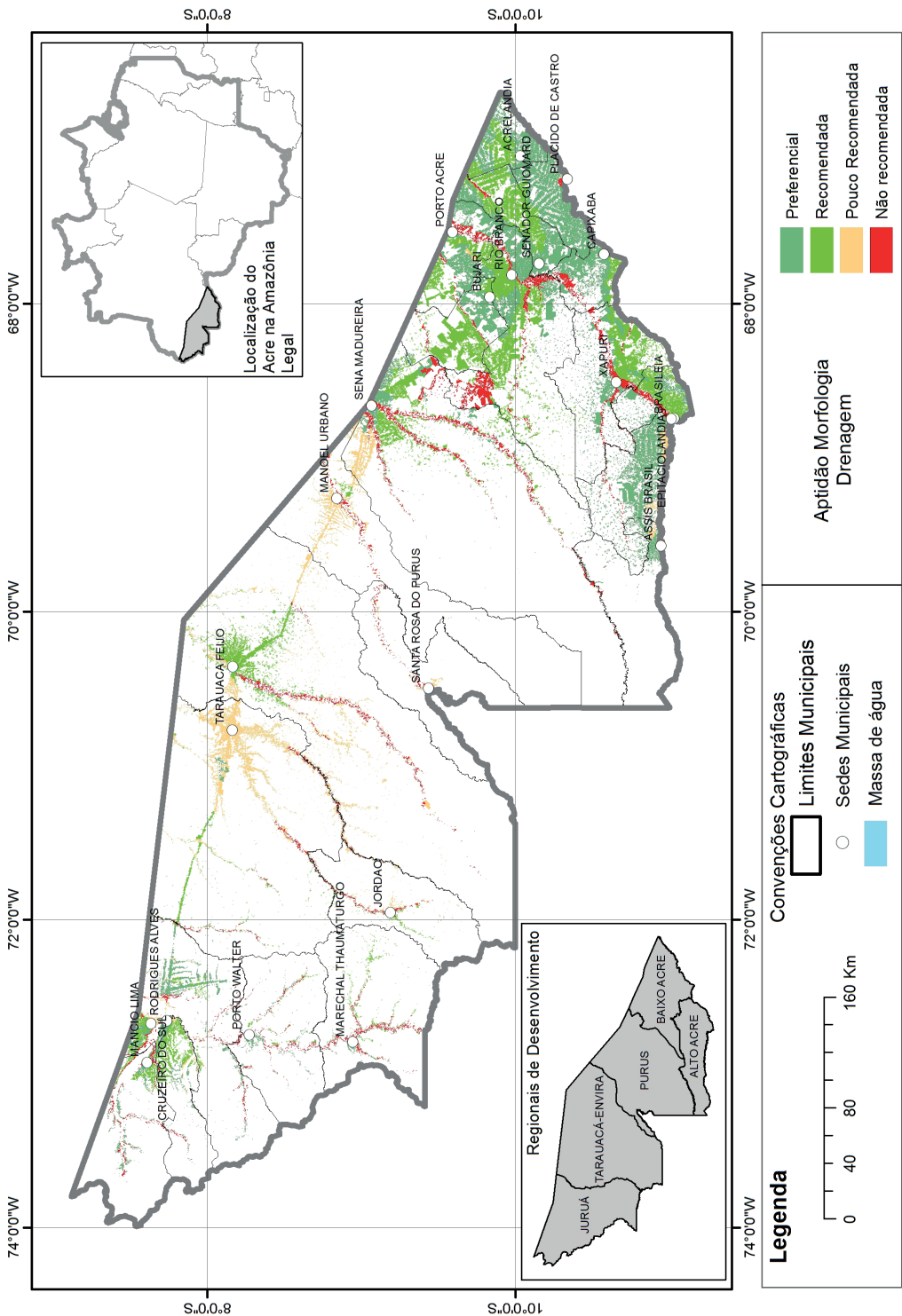


Figura 2. Distribuição das classes de aptidão pedológica para a drenagem do solo destinadas ao cultivo da seringueira no estado do Acre.



**Tabela 3.** Classes de aptidão do relevo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	0,0	0,0
Pouco recomendada	48.246,4	2,1
Recomendada	824.301,3	35,3
Preferencial	1.457.146,0	62,4
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas recomendadas e preferenciais abrangem 97,7% da área desmatada e correspondem às áreas preferenciais que ocupam 62,4% da área desmatada até 2016. As áreas preferenciais são aquelas onde predomina o relevo plano (0%–3%) a suave ondulado (3%–8%) e se distribuem em todo o estado (Figura 3).

Com relação à profundidade efetiva, as classes não recomendada e pouco recomendada ocupam 26,8% da área desmatada (Tabela 4) o que corresponde a 626.737,7 ha de solos rasos (que possuem menos de 50 cm de profundidade) e pouco profundos (com profundidade entre 50 cm e 100 cm), estando distribuídas, principalmente, nos municípios de Rio Branco, Sena Madureira, Manuel Urbano, Tarauacá, Feijó, Mâncio Lima, Rodrigues Alves e Cruzeiro do Sul.

A classe recomendada (solos que possuem entre 100 cm e 200 cm de profundidade) se distribui por 49,3% da área desmatada (o que corresponde a 1.151.481,2 ha) e possui maior extensão no sudeste acreano, nos municípios de Sena Madureira, Bujari, Acrelândia, Senador Guiomard, Xapuri, Capixaba, Brasileira, Epitaciolândia e Assis Brasil (Figura 4).

As áreas pouco recomendadas para o cultivo da seringueira são aquelas de textura muito argilosa (>60% argila), siltosa (<35% argila e <15% areia) e arenosa (>70% areia) e ocupam 2,3% das áreas já desmatadas (Tabela 5).

As áreas preferenciais, onde os solos apresentam textura média (<35% argila e >15% areia), ocupam 56,3% da área desmatada e se distribuem por todo o estado com maior concentração no sudeste acreano (Figura 5).

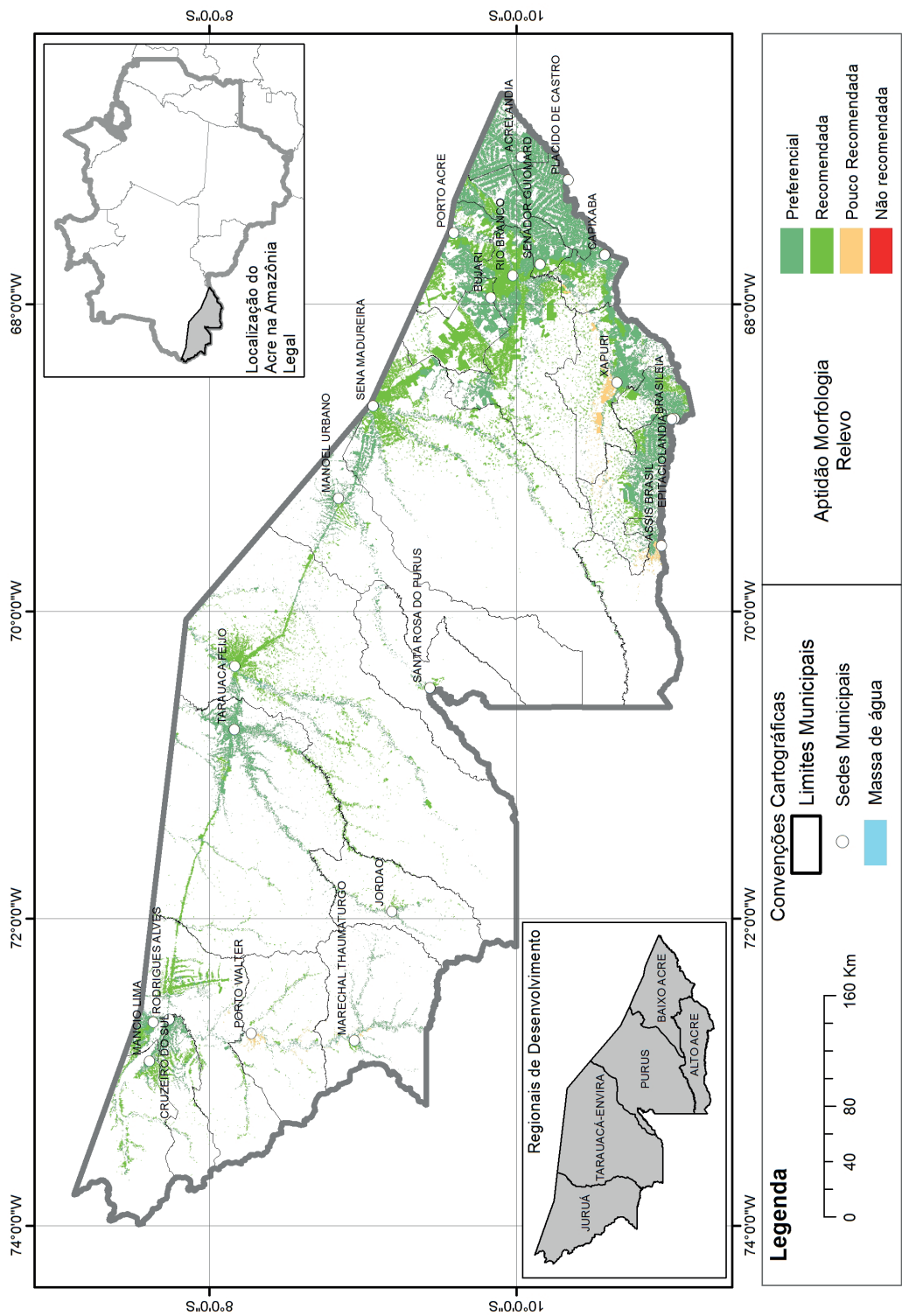


Figura 3. Distribuição das classes de aptidão pedológica do relevo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

**Tabela 4.** Classes de aptidão da profundidade efetiva do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	32,2	0,0
Pouco recomendada	626.705,4	26,8
Recomendada	1.151.481,2	49,3
Preferencial	551.474,9	23,6
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

**Tabela 5.** Classes de aptidão da textura do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	0,0	0,0
Pouco recomendada	54.432,2	2,3
Recomendada	959.462,7	41,1
Preferencial	1.315.798,8	56,3
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

## Aspectos de fertilidade

A saturação de bases é um indicador geral da fertilidade, uma vez que permite analisar o balanço entre a soma de bases trocáveis e a capacidade de troca de cátions, possibilitando estratificar as áreas desmatadas no estado do Acre para o cultivo da seringueira.

A maior parte das áreas desmatadas do estado do Acre (65,8%) foi em solos oligotróficos ( $V < 35\%$ ) o que corresponde a uma superfície de 1.538.083,1 ha (Tabela 6) considerando-se apenas esse aspecto.

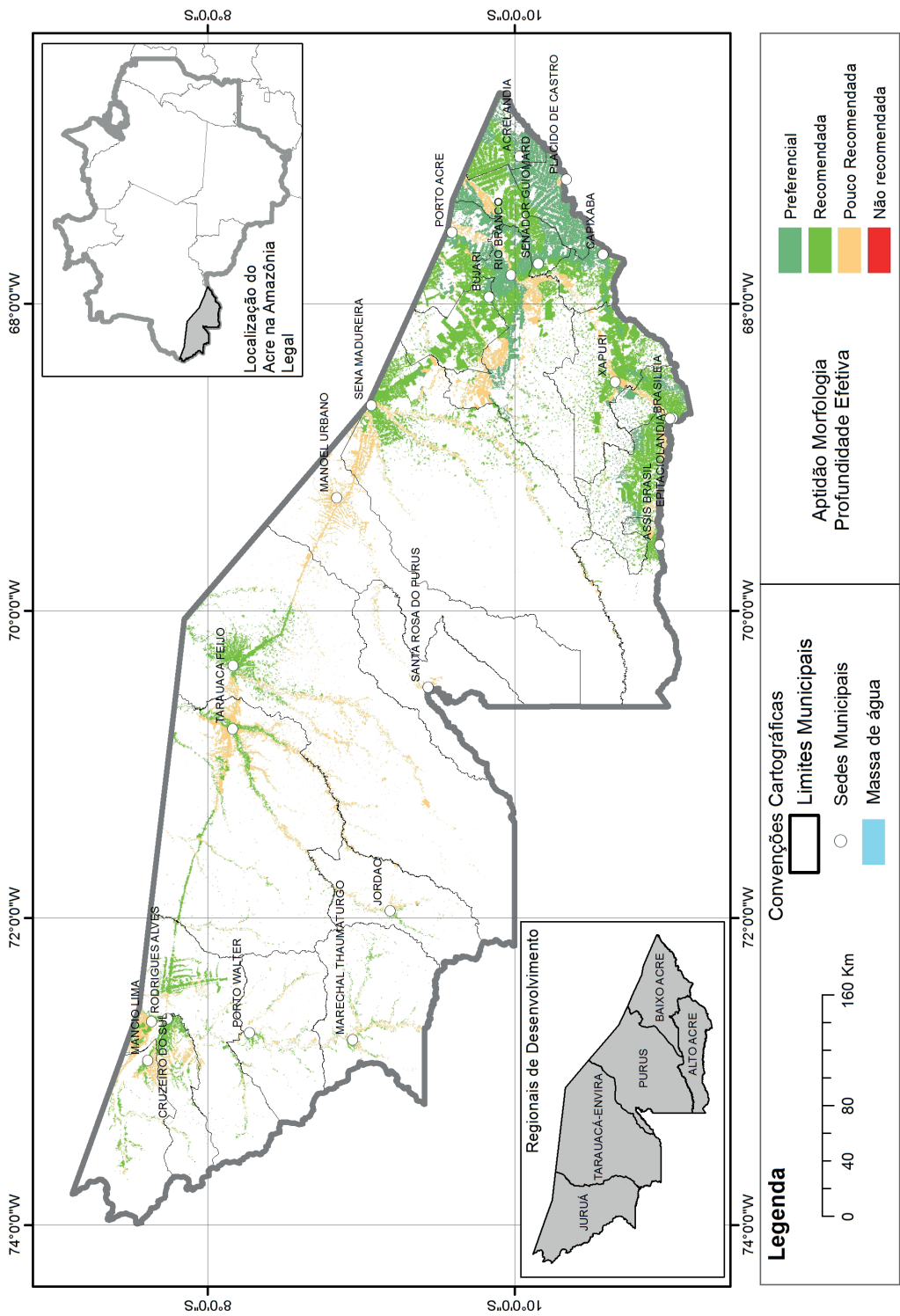


Figura 4. Distribuição das classes de aptidão pedológica da profundidade efetiva para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

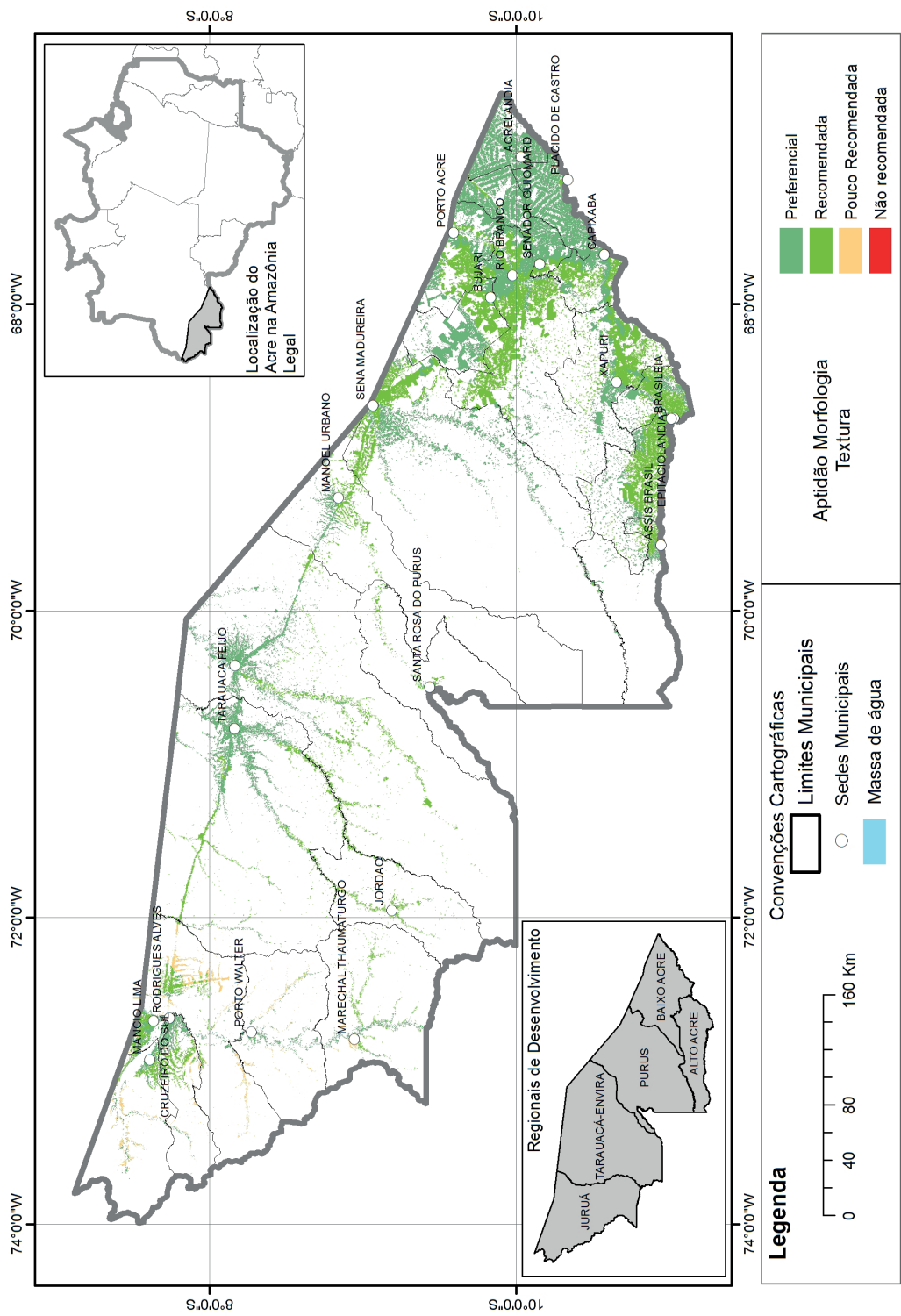


Figura 5. Distribuição das classes de aptidão pedológica da textura para o cultivo da seringueira no estado do Acre.



**Tabela 6.** Classes de aptidão da saturação de bases do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	0,0	0,0
Pouco recomendada	1.538.083,1	65,8
Recomendada	127.106,4	5,4
Preferencial	664.504,3	28,4
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas de solos oligotróficos estendem-se de Sena Madureira a Assis Brasil (Figura 6). As áreas de solos distróficos, que seriam recomendadas para o cultivo da seringueira, ocupam 127.106,4 ha (5,4% da área desmatada até o ano de 2016) e estão restritas, principalmente, aos municípios de Xapuri, Capixaba, Rio Branco, Manuel Urbano, Feijó, Tarauacá e Cruzeiro do Sul. As áreas preferenciais, considerando-se somente a saturação de bases, seriam aquelas que possuem solos eutróficos e ocupam 28,4% (664.504,3 ha) da área já desmatada do estado. No sudeste acreano ocupam áreas nos municípios de Porto Acre, Bujari e Rio Branco. Nas regionais do Purus e Tarauacá-Envira, ocorrem em Sena Madureira, Manuel Urbano, Santa Rosa do Purus, Feijó, Tarauacá, Jordão e em todos os municípios da Regional do Juruá.

Em função das condições de formação dos solos do Acre, a capacidade de troca de cátions tende a ser alta naqueles solos mais jovens. No horizonte subsuperficial é alta ( $>10,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) em 57,5% da área desmatada do estado do Acre (Tabela 7) e, nesse caso, tem aptidão preferencial para o cultivo da seringueira em função da sua melhor capacidade em disponibilizar nutrientes para as plantas, considerando o horizonte subsuperficial.

As áreas preferenciais distribuem-se por todo o estado, nos municípios de Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia, Xapuri, Capixaba, Acrelândia, Porto Acre, Bujari, Sena Madureira, Manuel Urbano, Tarauacá, Feijó, Santa Rosa do Purus, Jordão, Porto Walter e Marechal Thaumaturgo. As áreas recomendadas (CTC variando de  $4,5\text{--}10,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) estão distribuídas (Figura 7) nos municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Rodrigues Alves, Tarauacá, Feijó, Sena Madureira, Bujari, Acrelândia, Rio Branco, Xapuri, Epitaciolândia, Brasileia e Assis Brasil, ocupando 1.342.340,7 ha.

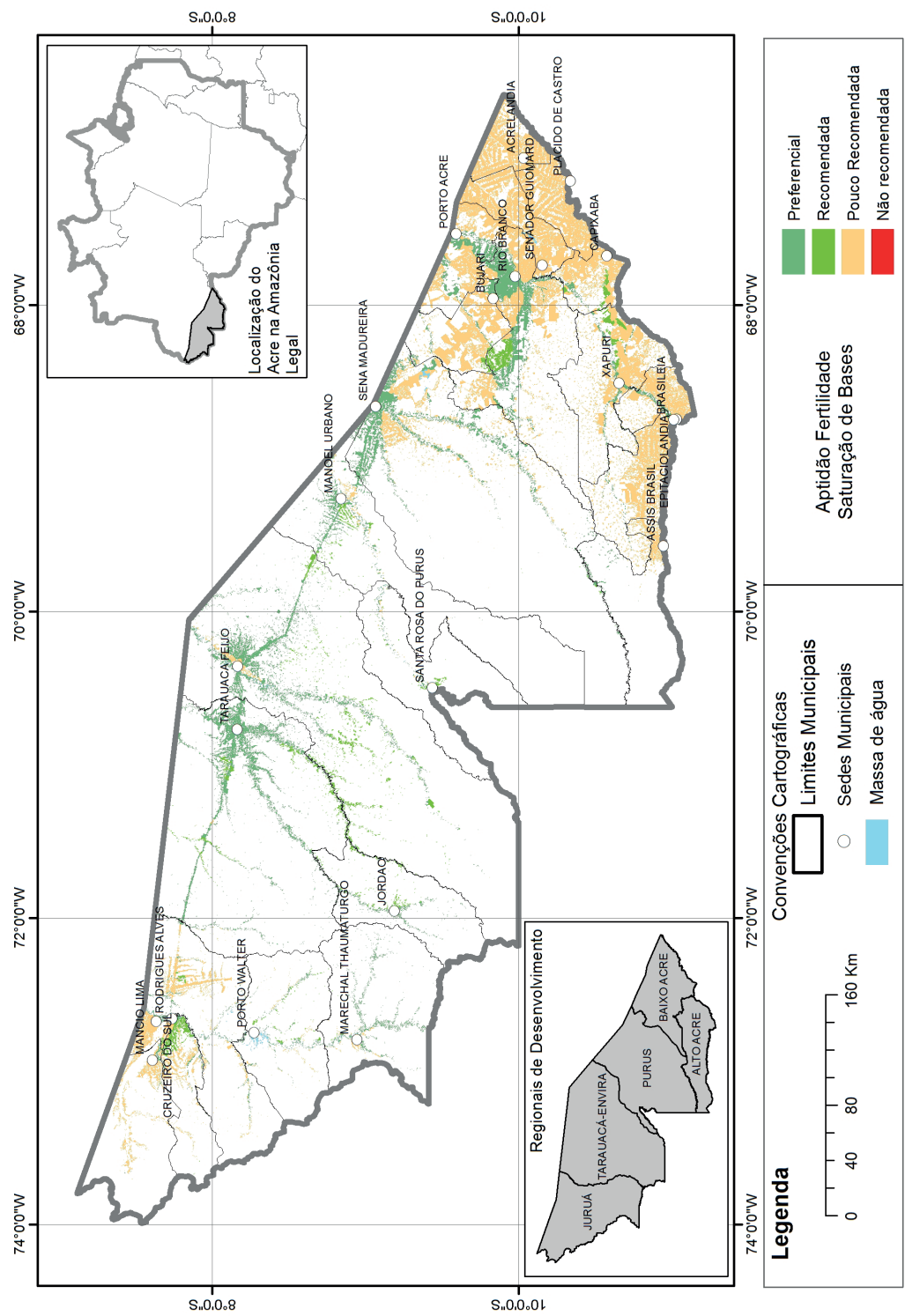


Figura 6. Distribuição das classes de aptidão pedológica de bases para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

**Tabela 7.** Classes de aptidão da capacidade de troca de cátions do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	0,0	0,0
Pouco recomendada	187.155,1	8,0
Recomendada	800.198,0	34,3
Preferencial	1.342.340,7	57,5
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas recomendadas, considerando a capacidade de troca de cátions no horizonte subsuperficial que apresentou valores médios (CTC variando de 4,5 a 10,0  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ), distribuem-se em todo o estado com maior ocorrência no sudeste acreano. As áreas pouco recomendadas, com valores baixos (CTC  $<4,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ), ocupam 8,0% da área desmatada e estão distribuídas nos municípios de Porto Acre, Rio Branco, Senador Guimard, Plácido de Castro e Capixaba.

## Aspectos de mineralogia

A atividade de argila está diretamente relacionada à composição mineralógica dos solos (Amaral, 2007). Argila de atividade alta (do tipo 2:1) imprime ao solo grande capacidade de gerar carga e características de maior expansão e contração, o que requer a necessidade de manejo diferenciado para sua utilização.

Nesse contexto, as áreas com atividade alta de argila no horizonte subsuperficial ( $>27 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila) não seriam recomendadas para o cultivo da seringueira em razão das dificuldades para desenvolvimento radicular, armazenamento de água e manejo do solo. Essas áreas ocupam 66,7% (1.557.424,4 ha) da área desmatada do estado do Acre (Tabela 8).

Os solos com argila de atividade alta em condições de excesso de umidade (período das chuvas) tendem a dilatar-se e, em condições de estiagem (período seco), endurecer, o que dificulta sobremaneira o seu manejo para níveis mais avançados de tecnologia.

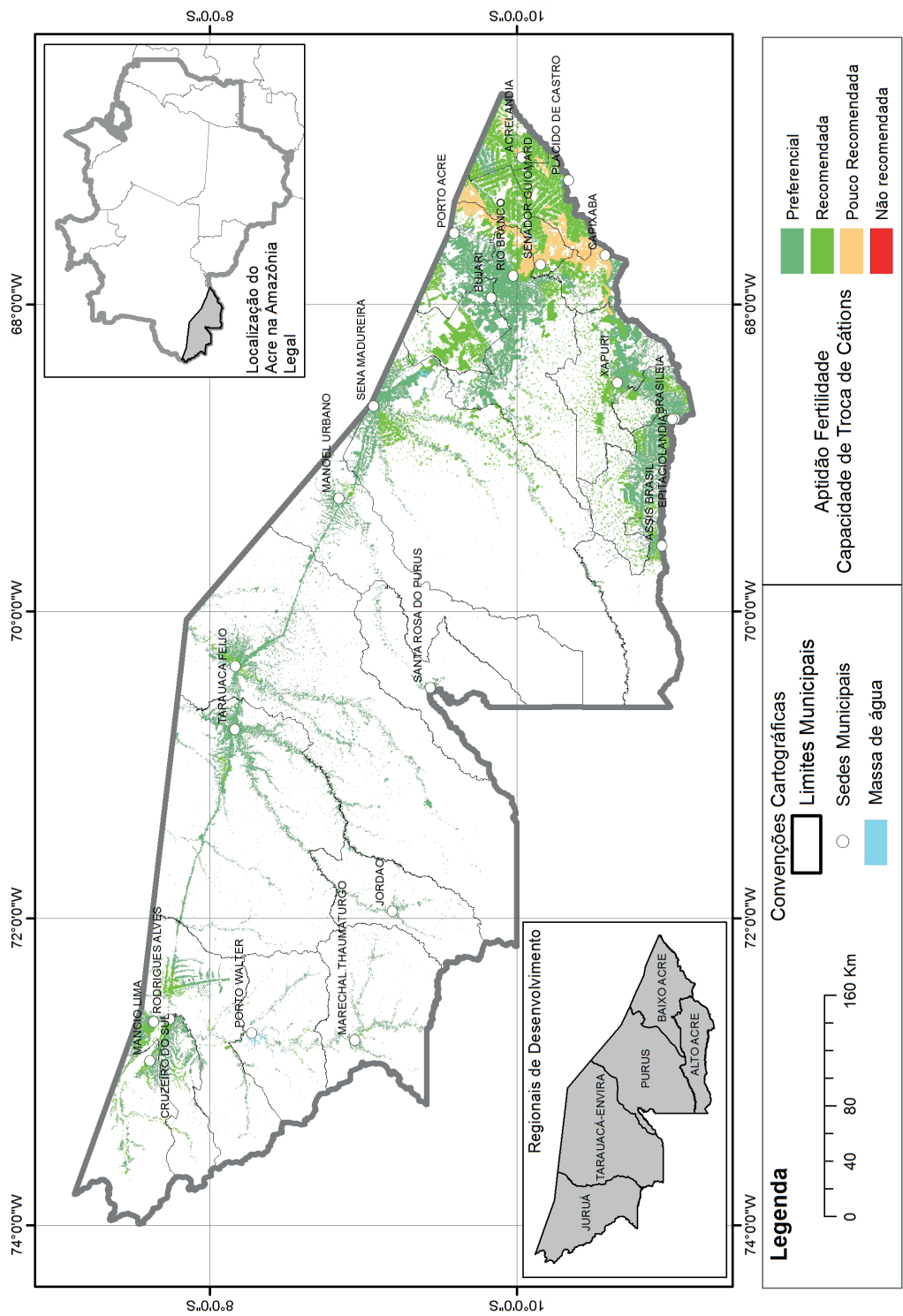


Figura 7. Distribuição das classes de aptidão pedológica da capacidade de troca de cátions no horizonte subsuperficial para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

**Tabela 8.** Classes de aptidão da atividade de argila no horizonte subsuperficial do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Não recomendada	1.557.424,4	66,7
Pouco recomendada	441.060,4	18,9
Recomendada	289.815,6	12,4
Preferencial	41.393,4	1,8
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

A atividade de argila é muito baixa ( $<8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila) em 1,8% das áreas desmatadas do estado (41.393,4 ha) que apresentam condições preferenciais, principalmente, no município de Cruzeiro do Sul. As áreas recomendadas incluem aquelas onde a atividade da argila é moderadamente baixa (8 a  $<17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  argila) e se distribuem principalmente pelo sudeste acreano, nos municípios de Porto Acre, Senador Guimard, Acrelândia, Plácido de Castro, Capixaba, Xapuri e Epitaciolândia (Figura 8).

## Aspectos de matéria orgânica

O teor de carbono no horizonte superficial, como indicador de estruturação do solo, considerando as condições naturais, demonstra o potencial das áreas com relação a práticas de manejo menos intensivas.

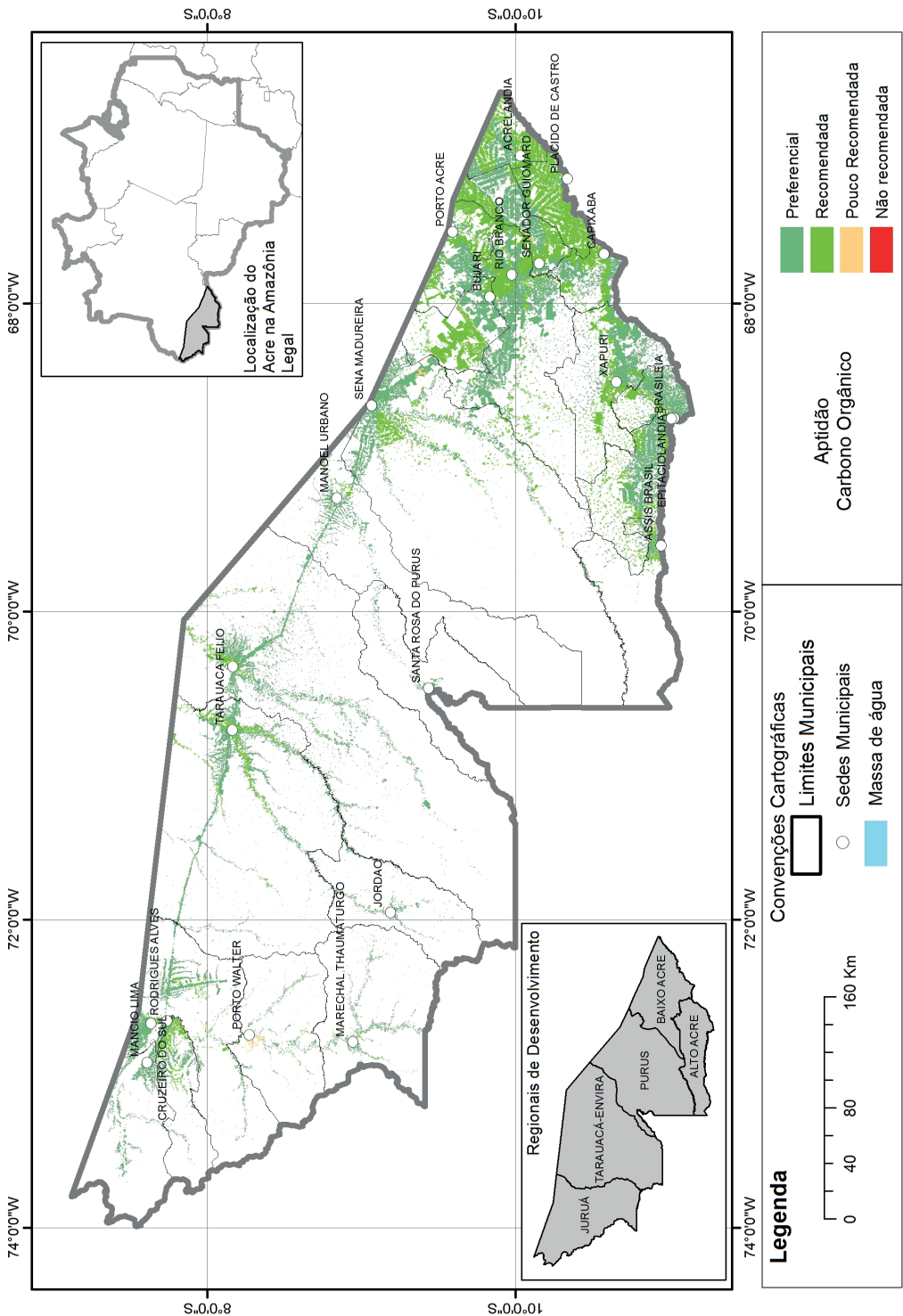
As áreas pouco recomendadas, onde o carbono orgânico é baixo ( $<0,8 \text{ dag kg}^{-1}$ ), ocupam 0,3% da área desmatada (Tabela 9) do estado (9.615,6 ha) e estão distribuídas nos municípios de Rio Branco, Senador Guimard, Sena Madureira, Cruzeiro do Sul e Porto Walter (Figura 9).

**Tabela 9.** Classes de aptidão do carbono orgânico no horizonte superficial do solo para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Pouco recomendada	9.615,6	0,4
Recomendada	891.266,3	38,2
Preferencial	1.428.811,9	61,2
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>







**Figura 9.** Distribuição das classes de aptidão pedológica do carbono orgânico no horizonte superficial para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

As áreas recomendadas (teor médio de carbono 0,8–1,4 dag kg<sup>-1</sup>) ocupam 891.266,3 ha (38,2% do território acreano) e se distribuem prioritariamente no sudeste acreano e nos municípios de Tarauacá, Feijó, Cruzeiro do Sul e Rodrigues Alves. Nesse contexto do carbono orgânico as áreas preferenciais distribuem-se por todo o estado por uma extensão de 1.428.811,9 ha.

## Aptidão pedológica no nível de manejo simples

Considerando práticas simples de manejo como seleção de melhores áreas e o plantio em pequenas parcelas, as áreas preferenciais ocupam 39,2% (Tabela 10) da área desmatada (914.825,3 ha), levando-se em conta que o produtor irá conviver com todas as restrições sem possibilidades de correção.

**Tabela 10.** Classes de aptidão pedológica no nível de manejo simples para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Pouco recomendada	436.687,0	18,7
Recomendada	978.181,5	41,9
Preferencial	914.825,3	39,2
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas preferenciais ocorrem com maior densidade na Regional do Baixo Acre ocupando 330.441,5 ha que se distribuem nos municípios de Capixaba, Plácido de Castro, Acrelândia, Senador Guimard, Porto Acre, Rio Branco e Bujari (Tabela 11).

As áreas recomendadas ocupam 978.181,5 ha (41,9% da área desmatada) e se distribuem em maior proporção nos municípios da Regional do Baixo Acre (Figura 10).

As áreas pouco recomendadas ocupam 436.687,0 ha (18,7% da área desmatada) e não deveriam ser priorizadas para o plantio da seringueira em função do grau de limitação das características morfológicas e da fertilidade do solo.

**Tabela 11.** Classes de aptidão pedológica no nível de manejo simples, por regional e município, para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
<b>Alto Acre</b>	Água	27,7	0,0
	Pouco recomendado	76.967,7	18,3
	Recomendado	184.548,3	43,8
	Preferencial	159.656,0	37,9
	Total	421.199,8	100,0
Assis Brasil	Pouco recomendado	10.538,3	32,7
	Recomendado	2.835,2	8,8
	Preferencial	18.898,6	58,6
	Total	32.272,2	100,0
Brasileia	Pouco recomendado	20.122,9	13,7
	Recomendado	24.662,3	16,8
	Preferencial	101.767,9	69,4
	Total	146.553,0	100,0
Epitaciolândia	Pouco recomendado	1.130,2	1,3
	Recomendado	74.796,6	85,4
	Preferencial	11.707,7	13,4
	Total	87.634,4	100,0
Xapuri	Água	27,7	0,0
	Pouco recomendado	45.176,4	29,2
	Recomendado	82.254,3	53,2
	Preferencial	27.281,9	17,6
	Total	154.740,2	100,0
<b>Baixo Acre</b>	Água	74,5	0,0
	Pouco recomendado	253.300,9	23,0
	Recomendado	516.346,5	46,9
	Preferencial	330.441,5	30,0
	Total	1.100.089,0	100,0
Capixaba	Água	2,7	0,0
	Pouco recomendado	33.147,0	35,4
	Recomendado	48.980,0	52,4
	Preferencial	11.401,2	12,2
	Total	93.531,0	100,0

Continua...

**Tabela 11.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Plácido de Castro	Pouco recomendado	3.029,7	2,0
	Recomendado	142.400,2	95,9
	Preferencial	3.135,4	2,1
	Total	148.565,3	100,0
Acrelândia	Pouco recomendado	2.124,4	1,8
	Recomendado	102.670,1	84,7
	Preferencial	16.476,8	13,6
	Total	121.271,3	100,0
Senador Guimard	Pouco recomendado	26.357,4	15,4
	Recomendado	143.949,7	84,0
	Preferencial	1.144,9	0,7
	Total	171.452,0	100,0
Porto Acre	Pouco recomendado	25.234,6	18,4
	Recomendado	35.927,8	26,2
	Preferencial	76.163,1	55,5
	Total	137.325,4	100,0
Rio Branco	Água	71,8	0,0
	Pouco recomendado	92.629,6	31,4
	Recomendado	41.400,8	14,0
	Preferencial	160.845,5	54,5
	Total	294.947,8	100,0
Bujari	Pouco recomendado	70.778,2	53,2
	Recomendado	1.017,9	0,8
	Preferencial	61.274,7	46,0
	Total	133.070,8	100,0
<b>Purus</b>	Água	1.146,5	0,4
	Pouco recomendado	63.025,2	24,2
	Recomendado	54.009,3	20,7
	Preferencial	142.394,2	54,6
	Total	260.575,2	100,0

Continua...



**Tabela 11.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Sena Madureira	Água	55,2	0,0
	Pouco recomendado	60.214,3	29,3
	Recomendado	25.438,8	12,4
	Preferencial	119.841,8	58,3
	Total	205.550,2	100,0
Manoel Urbano	Água	488,3	1,1
	Pouco recomendado	2.810,8	6,4
	Recomendado	18.642,2	42,3
	Preferencial	22.149,3	50,2
	Total	44.090,6	100,0
Santa Rosa do Purus	Água	603,0	5,5
	Recomendado	9.928,2	90,8
	Preferencial	403,2	3,7
	Total	10.934,4	100,0
<b>Tarauacá-Envira</b>	Água	2.680,2	0,8
	Pouco recomendado	10.421,4	3,2
	Recomendado	88.814,9	27,3
	Preferencial	223.713,0	68,7
	Total	325.629,5	100,0
Feijó	Água	2.098,4	1,3
	Pouco recomendado	10.299,2	6,5
	Recomendado	56.947,4	36,0
	Preferencial	88.905,1	56,2
	Total	158.250,1	100,0
Tarauacá	Água	503,1	0,3
	Pouco recomendado	122,2	0,1
	Recomendado	18.436,2	12,4
	Preferencial	129.555,2	87,2
	Total	148.616,7	100,0

Continua...

**Tabela 11.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Jordão	Água	78,7	0,4
	Recomendado	13.431,4	71,6
	Preferencial	5.252,6	28,0
	Total	18.762,7	100,0
Juruá	Água	2.342,3	1,0
	Pouco recomendado	32.971,8	14,4
	Recomendado	134.462,4	58,9
	Preferencial	58.620,5	25,7
	Total	228.397,0	100,0
Cruzeiro do Sul	Água	1.234,4	1,3
	Pouco recomendado	17.222,3	18,2
	Recomendado	65.580,6	69,2
	Preferencial	10.773,3	11,4
	Total	94.810,6	100,0
Rodrigues Alves	Água	204,3	0,4
	Pouco recomendado	1.171,6	2,5
	Recomendado	27.813,9	58,9
	Preferencial	18.003,9	38,1
	Total	47.193,8	100,0
Mâncio Lima	Pouco recomendado	6.726,6	17,6
	Recomendado	28.944,3	75,6
	Preferencial	2.634,7	6,9
	Total	38.305,6	100,0
Porto Walter	Água	532,8	2,6
	Pouco recomendado	6.320,2	30,6
	Recomendado	5.968,3	28,9
	Preferencial	7.818,1	37,9
	Total	20.639,5	100,0
Marechal Thaumaturgo	Água	370,7	1,4
	Pouco recomendado	1.531,0	5,6
	Recomendado	6.155,3	22,4
	Preferencial	19.390,4	70,6
	Total	27.447,4	100,0

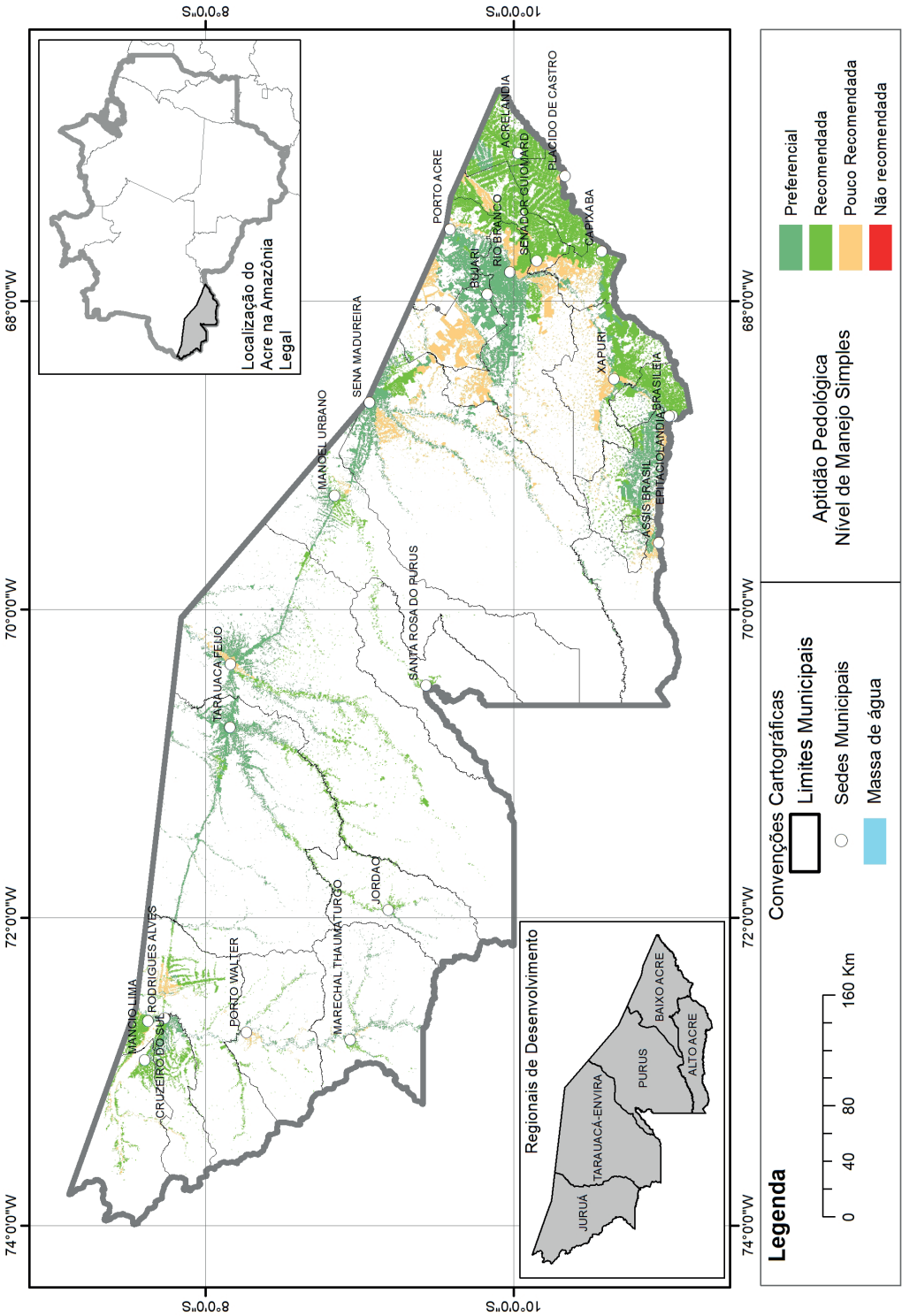


Figura 10. Distribuição das classes de aptidão pedológica no nível de manejo simples para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

## Aptidão pedológica no nível de manejo regular

O nível de manejo regular que inclui práticas de correção da acidez do solo e adubação corretiva e de manutenção permite visualizar as áreas potenciais considerando um programa de heveicultura pautado em maiores produtividades e investimentos em insumos.

As áreas preferenciais ocupam 13,3% da área desmatada, o que corresponde a 310.572,7 ha (Tabela 12), e mais da metade dessa área está distribuída nos municípios do Baixo Acre (Figura 11).

**Tabela 12.** Classes de aptidão pedológica no nível de manejo regular para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Pouco recomendada	1.764.078,5	75,5
Recomendada	255.042,6	10,9
Preferencial	310.572,7	13,3
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas recomendadas no nível de manejo regular ocupam 255.042,6 ha (10,9% da área desmatada) e estão concentradas nas regionais do Baixo Acre (165.130,3 ha), Alto Acre (44.136,8 ha) e Juruá (27.120,6 ha). Nos municípios das regionais do Purus e Tarauacá-Envira ocorrem em menores proporções (Tabela 13).

## Aptidão pedológica no nível de manejo avançado

No nível de manejo avançado, considera-se o uso de mecanização, correção e adubação do solo associado a práticas conservacionistas, de forma a avançar sobre as limitações impostas pelas características físicas, químicas e morfológicas do solo. Para tanto, as áreas pouco recomendadas ocupam 515.915,6 ha que correspondem a 22,1% da área desmatada até o ano de 2016 (Tabela 14).

As áreas recomendadas distribuem-se por todo o estado (Figura 12), ocupando 74% da área desmatada (1.732.002,3 ha), e estão presentes em todos os municípios do Acre.

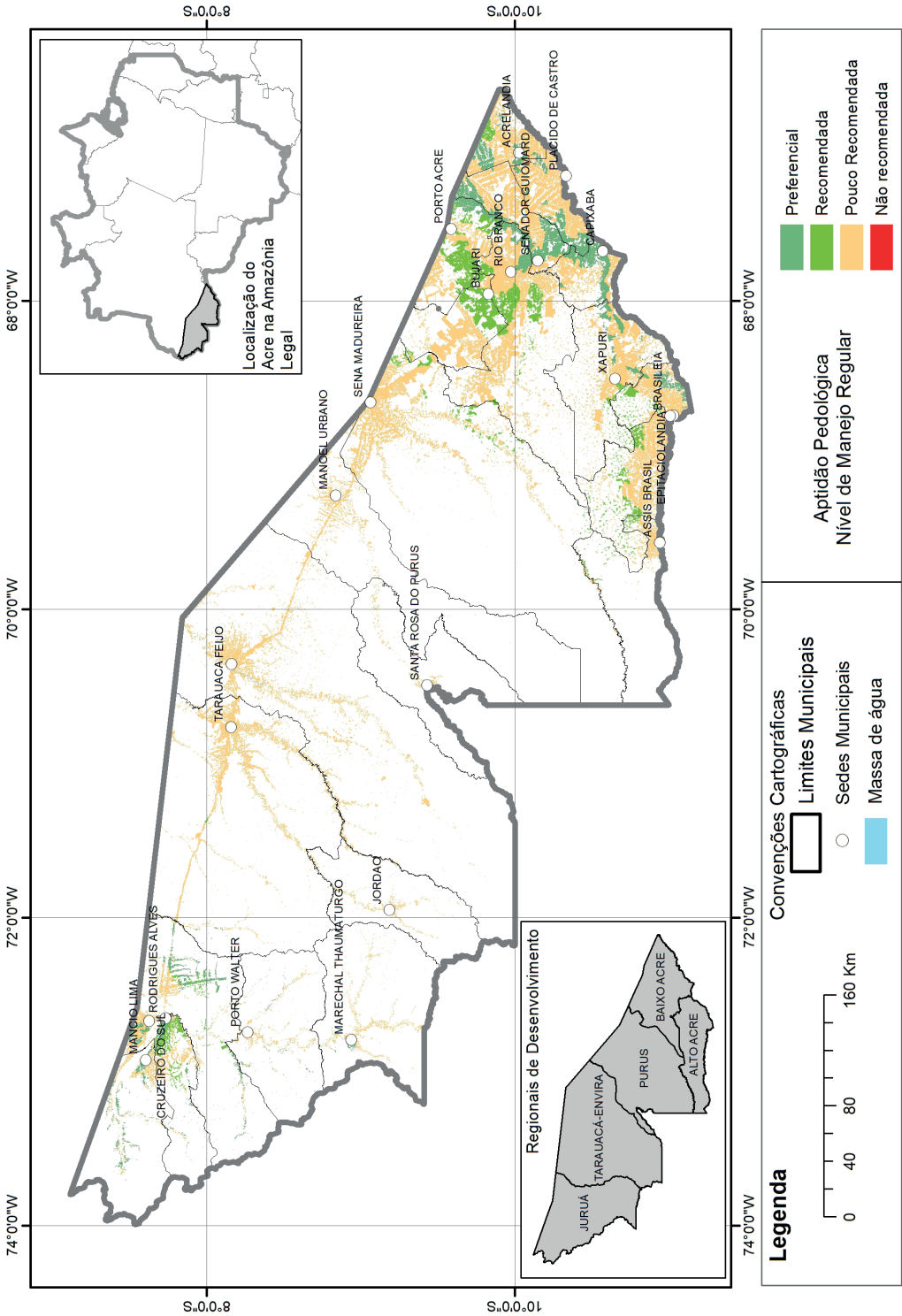


Figura 11. Distribuição das classes de aptidão pedológica no nível de manejo regular para o cultivo da seringueira no estado do Acre.



**Tabela 13.** Classes de aptidão pedológica no nível de manejo regular, por regional e município, para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
<b>Alto Acre</b>	Água	27,7	0,0
	Pouco recomendado	338.975,1	80,5
	Recomendado	46.935,2	11,1
	Preferencial	35.261,8	8,4
	Total	421.199,8	100,0
Assis Brasil	Pouco recomendado	26.638,5	82,5
	Recomendado	5.633,7	17,5
	Total	32.272,2	100,0
Brasileia	Pouco recomendado	121.761,8	83,1
	Recomendado	24.791,2	16,9
	Total	146.553,0	100,0
Epitaciolândia	Pouco recomendado	61.547,4	70,2
	Recomendado	9.760,3	11,1
	Preferencial	16.326,8	18,6
	Total	87.634,4	100,0
Xapuri	Água	27,7	0,0
	Pouco recomendado	129.027,4	83,4
	Recomendado	6.750,1	4,4
	Preferencial	18.935,1	12,2
	Total	154.740,2	100,0
<b>Baixo Acre</b>	Água	74,5	0,0
	Pouco recomendado	723.225,5	65,7
	Recomendado	165.130,3	15,0
	Preferencial	211.733,1	19,2
	Total	1.100.089,0	100,0
Capixaba	Água	2,7	0,0
	Pouco recomendado	52.391,1	56,0
	Preferencial	41.137,1	44,0
	Total	93.531,0	100,0
Plácido de Castro	Pouco recomendado	115.516,5	77,8
	Preferencial	33.048,8	22,2
	Total	148.565,3	100,0

Continua...

**Tabela 13.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Acrelândia	Pouco recomendado	82.976,5	68,4
	Recomendado	8.867,5	7,3
	Preferencial	29.427,3	24,3
	Total	121.271,3	100,0
Senador Guimard	Pouco recomendado	106.345,3	62,0
	Preferencial	65.106,7	38,0
	Total	171.452,0	100,0
Porto Acre	Pouco recomendado	62.125,9	45,2
	Recomendado	54.382,2	39,6
	Preferencial	20.817,3	15,2
	Total	137.325,4	100,0
Rio Branco	Água	71,8	0,0
	Pouco recomendado	218.338,1	74,0
	Recomendado	54.341,9	18,4
	Preferencial	22.196,0	7,5
	Total	294.947,8	100,0
Bujari	Pouco recomendado	85.532,2	64,3
	Recomendado	47.538,6	35,7
	Total	133.070,8	100,0
<b>Purus</b>	Água	1.146,5	0,4
	Pouco recomendado	244.028,4	93,6
	Recomendado	15.400,3	5,9
	Total	260.575,2	100,0
Sena Madureira	Água	55,2	0,0
	Pouco recomendado	190.094,7	92,5
	Recomendado	15.400,3	7,5
	Total	205.550,2	100,0
Manoel Urbano	Água	488,3	1,1
	Pouco recomendado	43.602,3	98,9
	Total	44.090,6	100,0
Santa Rosa do Purus	Água	603,0	5,5
	Pouco recomendado	10.331,4	94,5
	Total	10.934,4	100,0

Continua...

**Tabela 13.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
<b>Tarauacá-Envira</b>	Água	2.680,2	0,8
	Pouco recomendado	321.862,7	98,8
	Recomendado	456,2	0,1
	Preferencial	630,3	0,2
	Total	325.629,5	100,0
Feijó	Água	2.098,4	1,3
	Pouco recomendado	156.151,7	98,7
	Total	158.250,1	100,0
Tarauacá	Água	503,1	0,3
	Pouco recomendado	147.027,0	98,9
	Recomendado	456,2	0,3
	Preferencial	630,3	0,4
	Total	148.616,7	100,0
Jordão	Água	78,7	3,4
	Pouco recomendado	18.684,0	797,7
	Total	18.762,7	801,1
<b>Juruá</b>	Água	2.342,3	1,0
	Pouco recomendado	135.986,8	59,5
	Recomendado	27.120,6	11,9
	Preferencial	62.947,4	27,6
	Total	228.397,0	100,0
Cruzeiro do Sul	Água	1.234,4	1,3
	Pouco recomendado	50.841,8	53,6
	Recomendado	7.330,8	7,7
	Preferencial	35.403,7	37,3
	Total	94.810,6	100,0
Rodrigues Alves	Água	204,3	0,4
	Pouco recomendado	21.146,3	44,8
	Recomendado	19.631,4	41,6
	Preferencial	6.211,8	13,2
	Total	47.193,8	100,0

Continua...

**Tabela 13.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Mâncio Lima	Pouco recomendado	21.737,5	56,7
	Recomendado	89,1	0,2
	Preferencial	16.479,1	43,0
	Total	38.305,6	100,0
Porto Walter	Água	532,8	2,6
	Pouco recomendado	17.507,1	84,8
	Recomendado	69,3	0,3
	Preferencial	2.530,3	12,3
	Total	20.639,5	100,0
Marechal Thaumaturgo	Água	370,7	1,4
	Pouco recomendado	24.754,2	90,2
	Preferencial	2.322,5	8,5
	Total	27.447,4	100,0

**Tabela 14.** Classes de aptidão pedológica no nível de manejo avançado para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Classe de aptidão	Área (ha)	%
Água	6.271,2	0,3
Pouco recomendada	515.915,6	22,1
Recomendada	1.732.002,3	74,1
Preferencial	81.775,9	3,5
<b>Total</b>	<b>2.335.965,0</b>	<b>100,0</b>

As áreas preferenciais ocupam 81.775,9 ha (3,5% das áreas desmatadas) e estão distribuídas em oito municípios do estado (Tabela 15), na Regional do Baixo Acre: Epitaciolândia (15.190,3 ha) e Xapuri (3.007,8 ha); na Regional do Tarauacá-Envira: Tarauacá (630,3 ha); e na Regional do Juruá: Marechal Thaumaturgo (2.322,5 ha), Cruzeiro do Sul (10.773,3 ha), Rodrigues Alves (6.211,8 ha), Mâncio Lima (16.479,1 ha) e Porto Walter (2.530,3 ha).

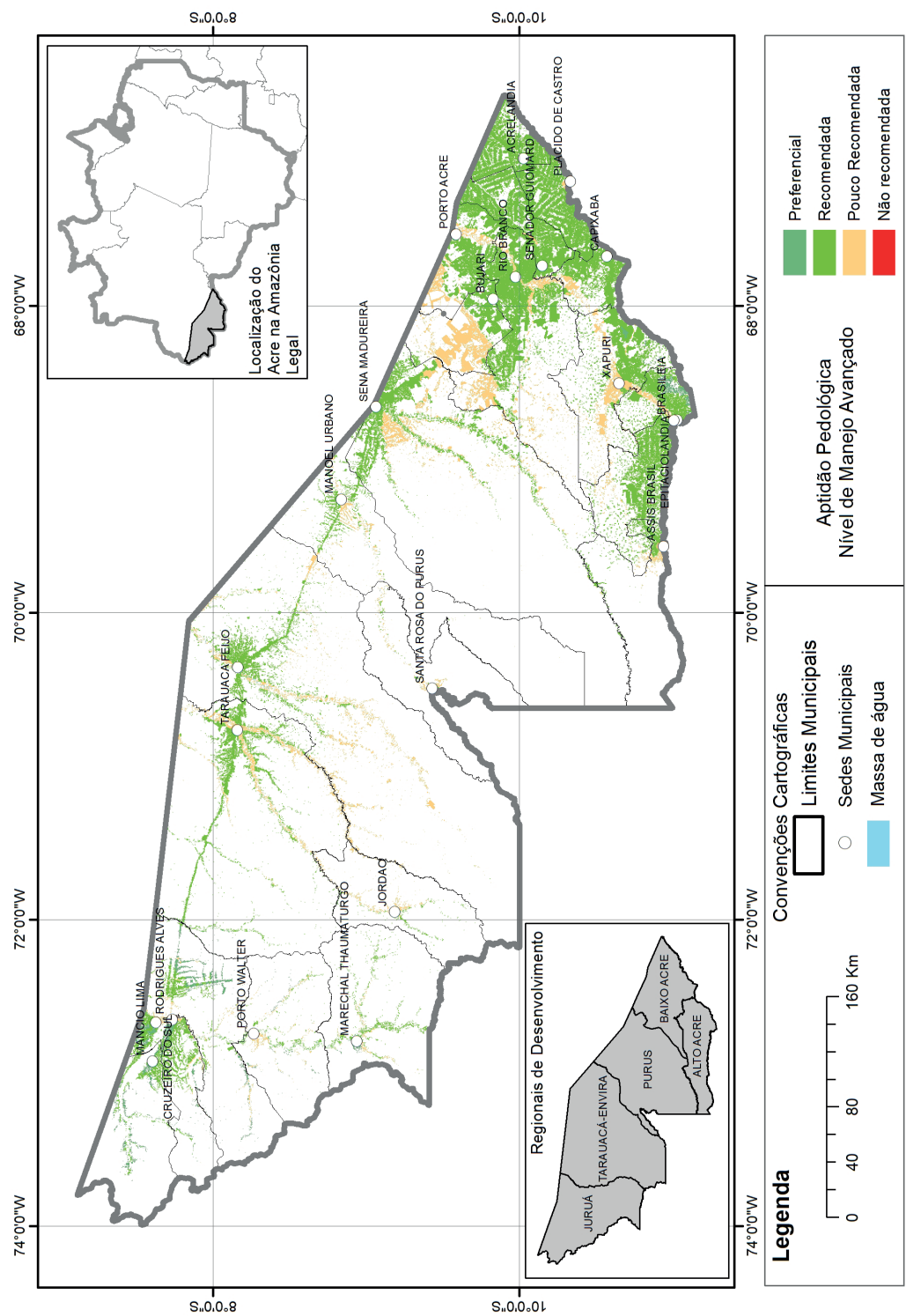


Figura 12. Distribuição das classes de aptidão pedológica no nível de manejo avançado para o cultivo da seringueira no estado do Acre.



**Tabela 15.** Classes de aptidão pedológica no nível de manejo avançado, por regional e município, para o cultivo da seringueira no estado do Acre.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
<b>Alto Acre</b>	Água	27,7	0,0
	Pouco recomendado	81.180,7	19,3
	Recomendado	321.793,3	76,4
	Preferencial	18.198,2	4,3
	Total	421.199,8	100,0
Assis Brasil	Pouco recomendado	10.166,4	31,5
	Recomendado	22.105,7	68,5
	Total	32.272,2	100,0
Brasileia	Pouco recomendado	13.836,8	9,4
	Recomendado	132.716,3	90,6
	Total	146.553,0	100,0
Epitaciolândia	Pouco recomendado	8.181,2	9,3
	Recomendado	64.262,8	73,3
	Preferencial	15.190,3	17,3
	Total	87.634,4	100,0
Xapuri	Água	27,7	0,0
	Pouco recomendado	48.996,2	31,7
	Recomendado	102.708,4	66,4
	Preferencial	3.007,8	1,9
	Total	154.740,2	100,0
<b>Baixo Acre</b>	Água	74,5	0,0
	Pouco recomendado	190.429,4	17,3
	Recomendado	909.659,6	82,7
	Preferencial	0,0	0,0
	Total	1.100.089,0	100,0
Capixaba	Água	2,7	0,0
	Pouco recomendado	11.821,3	12,6
	Recomendado	81.707,0	87,4
	Total	93.531,0	100,0
Plácido de Castro	Pouco recomendado	5.380,3	3,6
	Recomendado	143.185,0	96,4
	Total	148.565,3	100,0
Acrelândia	Recomendado	121.271,3	100,0
	Total	121.271,3	100,0

Continua...

**Tabela 15.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Senador Guimard	Pouco recomendado	2.441,4	1,4
	Recomendado	169.010,5	98,6
	Total	171.452,0	100,0
Porto Acre	Pouco recomendado	31.794,8	23,2
	Recomendado	105.530,7	76,8
	Total	137.325,4	100,0
Rio Branco	Água	71,8	0,0
	Pouco recomendado	64.177,0	21,8
	Recomendado	230.699,0	78,2
	Total	294.947,8	100,0
Bujari	Pouco recomendado	74.814,7	56,2
	Recomendado	58.256,0	43,8
	Total	133.070,8	100,0
<b>Purus</b>	Água	1.146,5	0,4
	Pouco recomendado	85.326,8	32,7
	Recomendado	174.101,9	66,8
	Preferencial	0,0	0,0
	Total	260.575,2	100,0
Sena Madureira	Água	55,2	0,0
	Pouco recomendado	61.229,3	29,8
	Recomendado	144.265,7	70,2
	Total	205.550,2	100,0
Manoel Urbano	Água	488,3	1,1
	Pouco recomendado	15.652,1	35,5
	Recomendado	27.950,2	63,4
	Total	44.090,6	100,0
Santa Rosa do Purus	Água	603,0	5,5
	Pouco recomendado	8.445,4	77,2
	Recomendado	1.886,0	17,2
	Total	10.934,4	100,0
<b>Tarauacá-Envira</b>	Água	2.680,2	0,8
	Pouco recomendado	128.575,6	39,5
	Recomendado	193.743,4	59,5
	Preferencial	630,3	0,2
	Total	325.629,5	100,0

Continua...

**Tabela 15.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Feijó	Água	2.098,4	1,3
	Pouco recomendado	67.493,7	42,7
	Recomendado	88.657,9	56,0
	Total	158.250,1	100,0
Tarauacá	Água	503,1	0,3
	Pouco recomendado	47.650,4	32,1
	Recomendado	99.832,8	67,2
	Preferencial	630,3	0,4
	Total	148.616,7	100,0
Jordão	Água	78,7	0,4
	Pouco recomendado	13.431,4	71,6
	Recomendado	5.252,6	28,0
	Total	18.762,7	100,0
Juruá	Água	2.342,3	1,0
	Pouco recomendado	36.681,6	16,1
	Recomendado	151.056,1	66,1
	Preferencial	38.317,0	16,8
	Total	228.397,0	100,0
Cruzeiro do Sul	Água	1.234,4	1,3
	Pouco recomendado	17.222,3	18,2
	Recomendado	65.580,6	69,2
	Preferencial	10.773,3	11,4
	Total	94.810,6	100,0
Rodrigues Alves	Água	204,3	0,4
	Pouco recomendado	4.406,6	9,3
	Recomendado	36.371,1	77,1
	Preferencial	6.211,8	13,2
	Total	47.193,8	100,0
Mâncio Lima	Recomendado	21.826,6	57,0
	Preferencial	16.479,1	43,0
	Total	38.305,6	100,0
Porto Walter	Água	532,8	2,6
	Pouco recomendado	9.688,9	46,9
	Recomendado	7.887,4	38,2
	Preferencial	2.530,3	12,3
	Total	20.639,5	100,0

Continua...

**Tabela 15.** Continuação.

Município/Regional	Aptidão	Área	
		ha	%
Marechal Thaumaturgo	Água	370,7	1,4
	Pouco recomendado	5.363,8	19,5
	Recomendado	19.390,4	70,6
	Preferencial	2.322,5	8,5
	Total	27.447,4	100,0

## Considerações finais

A definição das áreas aptas ao cultivo da seringueira, considerando os dados pedológicos, ordenados por níveis de manejo, para auxiliar os gestores, extensionistas e técnicos que trabalham com a heveicultura no estado do Acre permite a gestão territorial em escala municipal e é um excelente auxiliar para a tomada de decisão.

A aptidão pedológica para a heveicultura fornece importantes ferramentas de recomendações práticas para o estabelecimento dos cultivos, que servirão de base na elaboração de políticas públicas para o setor agrícola.

A cultura da seringueira, embora seja originária de região Amazônica, deve ser implantada em áreas com maior aptidão e associada a práticas de manejo adaptadas de forma a contribuir efetivamente para a diversificação do uso nas propriedades rurais do estado e garantir retornos ambientais, sociais e econômicos.

## Referências

ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. **Documento síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco, AC: Sema, 2006. 350 p.

ACRE (Estado). Instituto de Mudanças Climáticas e Regulação de Serviços Ambientais. Unidade Central de Geoprocessamento do Estado do Acre (UCEGEO). **[Base de dados]**. Rio Branco, AC, 2017.

AMARAL, E. F. do. **Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no estado do Acre, Amazônia Ocidental**. 2007. 185 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BATAGLIA, O. C.; CARDOSO, M.; IGUE, T.; RAIJ, B. van. Desenvolvimento da seringueira em solos do Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 4, p. 419-424, abr. 1987.

CARMO, C. A. F. de S. do; MENEGUELLI, N. A.; LIMA, J. A. S.; EIRA, P. A. **Diagnóstico do estado nutricional de seringais da região da Zona da Mata de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2003. 7 p. (EMBRAPA-CNPS. Circular técnica, 14).

CARMO, C. A. F. de S. do; CUNHA, T. J. F.; GARCIA, N. C. P.; CALDERANO FILHO, B.; CONCEIÇÃO, M.; MENEGUELLI, N. do A.; BLANCANEUX, P. **Influência de atributos químicos e físicos do solo no desenvolvimento da seringueira na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2000. 23 p. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de pesquisa, 10).

CARMO, C. A. F. de S. do; LUMBRERAS, J. F.; NAIME, U. J.; GONÇALVES, A. O.; LIMA, J. S.; FIDALGO, E. C. C.; AGLIO, M. L. D. **Aspectos culturais e zoneamento da seringueira no estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2004. (EMBRAPA-CNPS. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 60).

CARMO, D. N.; FIGUEIREDO, M. S. Solos para seringueira: manejo e conservação. **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 121, p. 13-17, jan. 1985.

CUNHA, T. J. F.; BLANCANEUX, P.; CALDERANO FILHO, B.; CARMO, C. A. F. de S. do; GARCIA, N. C. P.; LIMA, E. M. B. Influência da diferenciação pedológica no desenvolvimento da seringueira no município de Oratórios, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 145-155, jan. 2000.

DEFELLIPO, B. V.; RIBEIRO, A. C. **Análise química do solo**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 26 p. (UFV. Boletim de extensão, 29).

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev e atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF, 2013. 353 p.

GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P. de; DUARTE, A. F.; BAYMA, M. M. A. **Manual de Heveicultura para a Região Sudeste do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2013. 152 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 128).

LUIZ, S.; SANTOS, A. R. S.; BRENNER, T. L. Geração de Modelo Digital de Elevação a partir de Imagens Reference Stereo do Satélite IKONOS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Inpe, 2007. p. 581-587.

MARQUES, P. C. **Influência de características físicas e químicas de latossolos em crescimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell Arg.) no Estado do Espírito Santo**. 1988. 73 f. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MATOS, A. T.; GARCIA, N. C. P.; COSTA, L. M. da; REIS, G. G. dos. Influência de propriedades físicas no desenvolvimento da seringueira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., 1995, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 171-173.

MINAS GERAIS (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura. **Zoneamento agroclimático do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1980. 114 p.

MOTTA, P. E. F. Solos aptos para a cultura da seringueira em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 237, p. 44-48, 2007.

NASA. **NASA surface meteorology and solar energy**. 2011. Disponível em: <http://en.openei.org/datasets/node/616>. Acesso em: 15 out. 2011.

TERRA, M. I. da C. **Dinâmica de crescimento de clones de seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex. Aдр. Jussieu) Muell. Arg.) na região noroeste de Minas Gerais**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal: Silvicultura) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, p. 29-38, 1934.





CAPÍTULO

5

## Nutrição e Adubação da Seringueira no Acre

Rogério Resende Martins Ferreira  
João Batista Martiniano Pereira







## Introdução

A produção e a qualidade do látex da seringueira são dependentes de fatores fisiológicos, metabólicos e nutricionais relativos à planta, além da estrutura anatômica dos vasos laticíferos (Souza, 2010). A importância da heveicultura não está somente no cenário econômico, mas também no ambiental e social. A extração do látex se estende por 11 meses, gerando emprego e renda ao longo do ano e, consequentemente, qualidade de vida e fixação de indivíduos no campo (Francisco et al., 2009).

Além dos evidentes benefícios de natureza econômica e social, a cultura da seringueira ganha cada vez mais em importância quando se apontam os aspectos ambientais inerentes à atividade. Dentre eles merecem destaque a proteção de mananciais, melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, estabilização do clima, além do controle da erosão hídrica e recuperação de áreas degradadas ou de pastagens de baixa produtividade (Pereira, 2003). Favorece também o controle dos efeitos negativos do vento sobre as culturas agrícolas e a proteção da biodiversidade, notadamente para abrigo da fauna. Além disso, ao final do ciclo de produção do seringal, as árvores podem ser utilizadas para madeira, contribuindo para a redução da pressão sobre a vegetação nativa. Entretanto do ponto de vista ambiental, o aspecto mais importante, associado à cultura da seringueira, é a sua grande capacidade de fixação do carbono por meio de sequestro de CO<sub>2</sub>. Suas árvores fixam o carbono tanto na biomassa (tronco, galhos, folhas e raízes) como no látex (Magiotto, 2003).

A seringueira pode ser considerada uma das poucas plantas cultivadas com baixa exigência do ponto de vista edáfico. Segundo Falesi (1978), o importante para a cultura é que o solo tenha boas propriedades físicas tais como: perfil profundo, boa aeração, boa permeabilidade, textura argilosa que permita boa retenção de umidade e boa estrutura. O plantio deve ser feito preferencialmente em áreas com topografia plana ou ligeiramente ondulada, evitando-se terrenos de baixadas com lençol freático superficial (inferior a 1,5 m).

A literatura sobre adubação da seringueira ainda é muito limitada e contraditória, indicando muitas vezes que a aplicação de fertilizantes não favorece a produção de látex.

A seringueira desenvolve-se bem em solos de textura leve, profundos e bem drenados, ligeiramente ácidos (pH = 4,5–5,5), em altitudes até 600 m (Instituto Agrônomo do Paraná, 2004). Em estudo realizado por Cunha et al. (2000), foi observado um melhor comportamento do seringal nos Latossolos, quando comparados aos Argissolos, que apresentam uma forte restrição mecânica à penetração das raízes, uma porosidade globalmente reduzida e uma drenagem interna muito deficiente. Os resultados obtidos ressaltam que a seringueira é planta exigente em propriedades físicas do solo, requerendo solos profundos, porosos, bem

drenados, de textura argilosa e com boa retenção de umidade. As condições físico-hídricas são de extrema importância, considerando que a planta necessita retirar do solo uma grande quantidade de água para suportar uma produção de látex que chega a conter 68% de água.

A adubação bem conduzida possibilita ganhos significativos de produtividade na maioria das plantas cultivadas. É um fator de produção que pode ser manejado com baixo custo de investimento, porém, precisa ser conduzida tecnicamente para evitar uso desnecessário de determinados nutrientes que podem, em certos casos, até reduzir a produtividade.

Na seringueira, a adubação precisa ser definida para cada uma das fases de implantação da cultura. São objetivos diferentes. Assim, na formação de mudas, principalmente em grandes viveiros, o objetivo deve ser a produção de plântulas uniformes, portanto com elevado aproveitamento para enxertia e precocidade em algumas regiões. Nessa condição a adubação deve suprir pelo menos os nutrientes removidos para a produção da parte aérea dos porta-enxertos. Na fase de formação do seringal a precocidade, ou melhor, a redução do período de imaturidade é fundamental. É preciso ainda considerar a especificidade da função de cada nutriente na formação de copas resistentes à ação dos ventos, melhor estrutura anatômica do sistema laticífero. Na fase produtiva, a qualidade e produtividade do látex são os principais objetivos.

A recomendação de adubação correta em cada uma das fases de desenvolvimento da seringueira depende da experimentação que tem um caráter muito regional, uma vez que as respostas são muito dependentes das condições edáficas e do ambiente local. A experimentação fornece as informações básicas para o desenvolvimento de técnicas auxiliares na elaboração de diagnósticos e programas de recomendação de adubação. Destacam-se, então, a avaliação do estado nutricional por meio de diagnose visual e análise foliar, análise de látex e de solo. Todas essas técnicas apoiam seus sistemas de interpretação em resultados experimentais.

No Acre ainda não se dispõe de informações de pesquisa visando à elaboração de uma tabela específica para a seringueira. Contudo, com base nas informações existentes em outras regiões, sugerem-se os seguintes limites abaixo dos quais há grande probabilidade de resposta da seringueira na fase jovem à adubação:

O teor de Ca + Mg trocáveis e a relação Ca:Mg sugerem que a seringueira cresce melhor quando a relação é mais estreita, ou seja, 2:1. Quanto ao nível de alumínio, a maioria das culturas de porte arbóreo é pouco sensível a esse elemento, sendo importante que o teor de Ca + Mg esteja acima de determinado valor para satisfazer as exigências nutricionais da planta. De acordo com dados obtidos por Haag et al. (1982), a quantidade de macronutrientes



absorvidos pela seringueira aumenta a partir do segundo ano de plantio. Isso coincide com o maior acúmulo de matéria seca, por isso a necessidade de readubação da seringueira com o avançar da idade.

## Sintomas de deficiência

O trabalho de Shorrocks (1964) é um verdadeiro manual ilustrado sobre os sintomas de deficiências nutricionais em seringueiras e plantas de cobertura associadas. Ilustrações de sintomas podem também ser encontradas nas publicações de Berniz et al. (1980) e Frazão (1983).

Os sintomas de deficiências minerais nas plantas apresentam-se em decorrência de alterações fisiológicas verificadas quando um ou mais elementos essenciais encontram-se em baixas concentrações na planta. Muitas vezes, esses sintomas só aparecem depois que o crescimento da planta já foi reduzido de modo acentuado, principalmente se o sintoma do elemento em questão não for facilmente perceptível. Uma chave para identificação de sintomas de deficiências minerais em plantas de seringueira é descrita na Tabela 1.

**Tabela 1.** Chave para identificação de sintomas de deficiências minerais em plantas de seringueira.

1. Árvores não ramificadas (sem galhos)	
1.1. Folhas mais velhas (base dos ramos)	
1.1.1. Amarelecimento ou clorose uniforme em toda a folha	Nitrogênio
1.1.2. Amarelecimento ou clorose desuniforme	Nitrogênio
a) Clorose entre as nervuras contínua até o bordo das folhas	Magnésio
b) Amarelecimento marginal mosqueado, podendo haver queima da ponta das folhas	Potássio
1.1.3. Ausência de clorose, mas com extensa necrose nos bordos	Molibdênio
1.2. Folhas situadas no meio do ramo	
1.2.1. Folhas amarelcidas ou cloróticas	
a) Folhas de coloração verde-pálida e com nervuras verde-escuras	Manganês
b) Folhas com a parte superior amarelada e a inferior bronzeada	Fósforo
1.3. Sintomas observados nas pontas dos ramos	
1.3.1. Folhas retorcidas ou com crescimento anormal dos ponteiros	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

1. Árvores não ramificadas (sem galhos)	
a) Folhas pequenas, alongadas, coriáceas e com bordos ondulados ou entrenós curtos e formação de tufos terminais de folhas	Zinco
b) Folhas com tamanho ligeiramente reduzido, coloração verde-escura, coriáceas, quebradiças, forma irregular. Muitas vezes a nervura central tem aspecto lenhoso, de cor mais clara contrastando com o restante da folha. Morte da gema apical (deficiência severa) seguida de turfos de brotações laterais	Boro
1.3.2. Folhas não retorcidas	
a) Queima do bordo e ápice da folha (com aspecto de papel), coloração marrom não precedida por clorose	Cálcio
b) Folhas pequenas com ápice necrosado	Cobre
c) Folhas muito pequenas, sem necrose, com coloração verde-pálida a amarelo-limão	Ferro
d) Folhas com amarelecimento uniforme seguido de necrose do ápice	Enxofre
2. Árvores ramificadas (com galhos)	
2.1. Folhas expostas ao sol (geralmente no topo da árvore)	
2.1.1. Amarelecimento uniforme	
a) Coloração verde-pálida a amarelo-limão	Ferro
2.1.2. Folhas cloróticas, mas com coloração desuniforme	
a) Amarelecimento entre as nervuras, indo até as margens das folhas	Magnésio
b) Amarelecimento irregular sem limites bem definidos entre a porção clorótica e o verde, frequentemente mais evidente nos bordos das folhas	Potássio
2.2. Folhas sombreadas	
Necrose presente, coloração marrom	Cálcio
Ausência de necrose, folhas com coloração verde-pálida com nervura mediana e demais nervuras verde-escuras	Manganês

# Análise foliar

A análise química das folhas possibilita um diagnóstico mais acurado do estado nutricional das plantas, uma vez que sua interpretação permite definir situações não detectadas pela observação visual. Enquanto a diagnose visual só identifica zonas de deficiência e excesso, pela análise foliar é possível identificar fases intermediárias, como a de fome oculta, isto é, embora sem sintomas visuais, a planta já tem seu crescimento ou produtividade afetada pela deficiência.

A fim de possibilitar a interpretação dos resultados é essencial a padronização do sistema de amostragem de folhas. Seguindo os critérios recomendados por Chapman (1973), a amostragem de folhas deve ser feita no verão, aproximadamente 100 dias após o reenfolhamento. Os sistemas de amostragem são diferentes, dependendo da idade do seringal. Em plantas jovens com menos de 4 anos devem ser colhidas folhas sem pecíolo da base do último lançamento maduro em ramos expostos ao sol. Nas plantas adultas a amostragem deve ser feita nos ramos sombreados, aproveitando-se folhas da base do último lançamento também sem os pecíolos. Em cada seringal uniforme a amostra deve ser composta por cerca de 20 folhas, acomodadas em sacos de papel e enviadas para o laboratório com urgência.

A interpretação dos resultados pode ser feita pela comparação da análise da amostra com tabelas de níveis críticos ou de faixas de suficiência. Além desses critérios, cujos valores são determinados principalmente por meio da experimentação, outro critério conhecido por DRIS tem surgido como alternativa de diagnóstico, embora não existam ainda trabalhos suficientes para seu uso generalizado em seringueiras.

Os dados da Tabela 2 são valores considerados como adequados na Malásia (Pushparajah; Teng, 1972). Apesar de servirem como referência geral é possível que nas condições de clima e de solo da Amazônia brasileira os valores sejam diferentes pelo menos para alguns nutrientes.

**Tabela 2.** Faixas de concentração adequadas para seringais da Malásia.

Nutriente	Faixa adequada
N, g kg <sup>-1</sup>	31,2 a 35,0
P, g kg <sup>-1</sup>	2,0 a 2,7
K, g kg <sup>-1</sup>	12,6 a 16,5
Mg, g kg <sup>-1</sup>	2,1 a 2,9
Mn, mg kg <sup>-1</sup>	45 a 150

Fonte: Pushparajah e Teng (1972).

Em seringais adultos cultivados em São Paulo, Bataglia et al. (1988) observaram valores mais baixos para N e P e mais elevados para Mg. Os dados da Tabela 3 representam as médias de concentrações de nutrientes em folhas de seringueiras com diferentes níveis de produtividade. Os níveis de N e K foram estatisticamente diferentes para os dois níveis de produtividade. Os dados da tabela podem ser usados como referência, embora tenham sido obtidos com seringais velhos e clones diferentes dos atualmente cultivados no País.

**Tabela 3.** Concentrações de nutrientes em folhas de seringueiras adultas com diferente nível de produtividade.

Produtividade	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>					
<1.000	27,0	1,67	10,5	9,7	4,1	1,52
>1.500	28,7	1,73	13,2	9,2	3,8	1,58
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg kg <sup>-1</sup>					
<1.000	44	9,4	146	200	26	
>1.500	32	10,5	202	182	27	

Fonte: Bataglia et al. (1988).

Os dados da Tabela 4 mostram a interpretação da análise foliar de cinco amostras coletadas em seringais sem e com problemas nutricionais usando critérios alternativos de interpretação. Pelo critério do DRIS são feitas comparações entre relações de nutrientes na amostra e na população de plantas consideradas normais ou de alta produtividade. Estabelecem-se então índices que podem ser negativos (deficiência), ter valores zero (nutrição equilibrada) e positivos (suficiência ou até excesso). Por esse critério, é possível estabelecer um ordenamento das deficiências.

**Tabela 4.** Composição de amostras de folhas de seringueira com diferentes situações nutricionais.

Amostra <sup>(1)</sup>	N	P	K	Ca	Mg	S	Situação nutricional
1 A	29,4	2,0	6,0	6,4	2,7	1,9	Deficiente: K; baixo: Ca e Mg
B	27	58	-18	-18	-21	35	K>Mg>Ca>N>S>P
2 A	30,5	1,7	10,6	10,6	3,7	1,7	Normal
B	-1	-6	9	9	-9	6	
3 A	26,6	3,9	15,2	15,2	4,8	1,2	Alto: P; baixo: S
B	-25	110	30	30	-3	-78	S>K>N>Mg>Ca>P
4 A	22,6	1,7	9,6	9,6	4,1	1,1	Baixo: N; deficiente: S
B	-18	8	11	11	17	-38	S>N>P>Ca>Mg>K
5 A	25,6	1,6	19,8	19,8	3,2	1,7	Baixo: K; alto: Ca
B	-11	-2	73	73	-40	9	Mg>K>N>P>S>Ca

<sup>(1)</sup>A = Concentração do nutriente (g kg<sup>-1</sup>). B = Índice DRIS.

Fonte: Bataglia et al. (1998).

A diagnose foliar é ainda pouco usada no País. Geralmente é lembrada pelos técnicos quando ocorre algum problema que não é possível resolver pelos procedimentos usuais como a diagnose visual. Entretanto, seu uso como ferramenta de avaliação e acompanhamento de programas de adubação pode trazer grande retorno na qualidade das recomendações.

## Adubação do viveiro

O procedimento da adubação da seringueira no viveiro depende do tipo de muda produzida, isto é, se de raiz nua ou em sacola plástica.

### Adubação de muda de raiz nua

Se esse é o método de produção, o substrato de crescimento é o solo do próprio viveiro, por isso a adubação deverá ser feita em toda a sua área útil. Na região da Amazônia, os solos em geral apresentam baixos teores de fósforo disponível. Assim a estratégia para boa nutrição das mudas consiste em adotar técnicas de adubação que resultem na elevação dos teores dos elementos essenciais por um período mais longo de tempo. Para isso, sugere-se que, na área a ser utilizada para o viveiro, seja feita inicialmente uma fosfatagem, aplicando-se a lanço fósforo. A fosfatagem fornecerá parte da necessidade de fósforo e cálcio das plantas. Na época do transplântio das plântulas para o sulco, aplicar 80 g de superfosfato simples, 8 g de cloreto de potássio, 30 g de sulfato de magnésio e 5 g de FTE por metro linear, misturando bem os fertilizantes com o solo. Decorridos de 1,5 a 2 meses após o transplântio, aplicar em cobertura 25 g de sulfato de amônio por metro linear de sulco. No 4º mês repetir a mesma dosagem de sulfato de amônio e aplicar mais 10 g de cloreto de potássio por metro. Repetir a aplicação de sulfato de amônio, na mesma dosagem, no 6º e 8º meses.

Eventualmente podem aparecer, posteriormente, sintomas de deficiência de magnésio, boro e zinco. Nesse caso sugere-se a aplicação de 20 g de sulfato de magnésio em cobertura e de uma solução com 0,6% de sulfato de zinco e 0,3% de ácido bórico via foliar.

### Adubação de mudas em sacolas plásticas

O substrato normalmente utilizado para o enchimento de sacolas plásticas consiste de solo argiloso, para fornecer boa proteção ao sistema radicular durante o processo de transporte e plantio das mudas no campo. Recomenda-se misturar a cada quilo de solo antes do enchimento das sacolas 5 g de superfosfato simples. Dois meses após o transplântio ou germinação (se a semeadura for feita diretamente na sacola) adicionar 20 mg de sulfato de



amônio para cada quilo de solo existente na sacola. Essa dosagem deve ser repetida no 4º, 6º e 8º mês. No 4º mês repetir a aplicação de cloreto de potássio e sulfato de magnésio. Se porventura aparecerem posteriormente sintomas de deficiências de boro e zinco, aplicar, por via foliar, solução contendo 0,6% de sulfato de zinco e 0,3% de ácido bórico.

## Adubação da fase de formação do seringal

A análise da literatura sobre adubação da seringueira mostra que muitas vezes a resposta à aplicação de fertilizantes tem sido inconsistente, particularmente para alguns nutrientes como o nitrogênio e potássio. Tais fatos não podem ser tomados como definitivos e levam à conclusão de que a técnica de adubação é desnecessária para a seringueira. Essa planta típica da região tropical tem sido, na maioria das vezes, cultivada em áreas recém-desmatadas. Nessas condições, o resíduo de material vegetal deixado sobre o solo contribui com quantidades consideráveis de nutrientes para o próximo cultivo. Essa pode ser uma das razões para a falta de resposta da seringueira à aplicação de alguns nutrientes. O consórcio de leguminosa com seringueira pode ser outra razão para a falta de resposta principalmente à adubação nitrogenada.

Em regiões utilizadas por agricultura e pecuária já degradadas (baixa fertilidade natural do solo), pode-se esperar resposta à adubação da seringueira. A adubação deverá concorrer não somente para o rápido estabelecimento do seringal, mas também antecipar o estágio de sangria. Outro benefício da adubação, ressaltado por Shorrocks (1964), é a melhoria da renovação da casca após a primeira sangria, o que poderá ser benéfico na sangria seguinte. Ademais, uma boa adubação na fase de estabelecimento do seringal provavelmente reduzirá ou dispensará a aplicação de fertilizantes na fase de sangria. Geus (1967) recomenda que em todos os programas de fertilização sejam incluídos nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio. O fósforo é importante no estímulo ao desenvolvimento do sistema radicular, enquanto o nitrogênio suporta a formação da copa. Um programa de adubação de seringueira deve considerar as características climáticas, edáficas e topográficas de cada região e, ainda, quando disponíveis, informações sobre variações clonais das árvores plantadas.

## Adubação na fase de sangria

Se o seringal foi adequadamente adubado na fase de estabelecimento ou formação é pouco provável que haja necessidade de adubação na fase de sangria, pois a quantidade de elementos removida no látex é relativamente pequena (Geus, 1967). Nesse caso deve-se proceder à análise de solo e de folhas para avaliar quais nutrientes e doses de adubo devem

ser aplicados. Se a plantação não foi adubada previamente, Reis et al. (1982) recomendam, para solos de fertilidade baixa, 360 g de sulfato de amônio, 168 g de superfosfato triplo e 72 g de cloreto de potássio. Após 3 meses aplicam-se 250 g de sulfato de amônio. Isso se repete por 3 ou 4 anos seguidos.

## Considerações finais

A literatura sobre adubação da seringueira é limitada e contraditória. No estado do Acre ainda não há informações de pesquisa para elaboração de uma tabela específica de adubação para a seringueira. Este trabalho abordou uma revisão bibliográfica das principais publicações sobre adubação no viveiro, na fase de formação e sangria no seringal, como também, sobre a nutrição da seringueira destacando os sintomas de deficiências minerais e análise foliar.

A seringueira pode ser considerada uma das poucas plantas cultivadas com baixa exigência do ponto de vista edáfico. O importante para a cultura é que o solo tenha boas propriedades físicas, tais como: perfil profundo, boa aeração, boa permeabilidade, textura argilosa que permita boa retenção de umidade e boa estrutura. O plantio deve ser feito, preferencialmente, em áreas com topografia plana ou ligeiramente ondulada, evitando-se terrenos de baixadas com lençol freático superficial inferior a 1,5 m.

## Referências

- BATAGLIA, O. C.; CARDOSO, M.; CARRETERO, M. V. Situação nutricional de seringais produtivos no estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 47, n. 1, p. 109-123, 1988.
- BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R.; IGUE, T.; GONÇALVES, P. S. Resposta da seringueira clone RRIM 600 à adubação NPK em solo Podzólico Vermelho Amarelo. **Bragantia**, v. 57, n. 2, p.367-377, 1998.
- BERNIZ, J. M. J.; VIÉGAS, I. J. M.; BUENO, N. **Eficiência de zinco, boro e cobre em seringueiras**. Manaus: CNPSD/Embrapa, 1980. 21 p. (CNPSD. Circular técnica, 1).
- CHAPMAN, H. D. (ed.). **Diagnostic criteria for plants and soils**. 2. ed. Berkeley: University of California, 1973. 793 p.
- CUNHA, T. J. F.; BLANCANEUX, P.; BRAZ, C. F.; SANTANA, C. C. A. F.; PINHEIRO, G. N. C. P.; BEZERA, L. E. M. Influência da diferenciação pedológica no desenvolvimento da seringueira no município de Oratórios, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 145-155, jan. 2000.
- FALESI, I. C. **Segmentos de solos**. Belém: FCAP: SUDHEVEA, 1978. 24 p.
- FRANCISCO, V. L. F. dos S.; BUENO, C. R. F.; CASTANHO FILHO, E. P.; VICENTE, M. C. M.; BAPTISTELLA, C. da S. L. Análise comparativa da heveicultura no estado de São Paulo, 1995/96 e 2007/08. **Informações Econômicas**, v. 39, n. 9, p. 21-33, 2009.
- FRAZÃO, D. A. C. **Efeitos dos elementos e suas deficiências**. In: HHAG, H. P. (ed.). **Nutrição e Adubação de Seringueira no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p. 41-53.

GEUS, J. G. de **Fertilizer guide for tropical and subtropical forming**. Zurich: Centre d'Etude de l'Azote, 1967. 727 p.

HAAG, H. P.; DECHEN, A. R.; SARRUGE, J. R.; GURRINI, I. A.; WEBER, H.; TENÓRIO, Z. **Nutrição mineral de seringueira**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 102 p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **O Cultivo da Seringueira (*Hevea spp.*)**. Curitiba, 2004. Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/cultsering.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/cultsering.pdf). Acesso em: 12 jul. 2016.

PEREIRA, J. P. Seringueira no Paraná: situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE FIXAÇÃO DE CARBONO EM SISTEMAS AGRÍCOLAS E FLORESTAIS, 2003. Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2003. 1 CD-ROM.

PUSHPARAJAH, E.; TENG, T. K. Factors influencing leaf nutrient levels in rubber. In: RRIM PLANTERS CONFERENCE, 1972, Kuala Lumpur. **Proceedings...** Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaya, 1972. p. 140-154.

REIS, E. L.; ROSAND, P. C.; SANTANA, C. J. L. **Indicações de adubação da seringueira no Sul da Bahia**. Ilhéus: Ceplac: SUDHEVEA, 1982. 16 p.

SHORROCKS, V. W. **Mineral deficiencies in *hevea* and associated cover plants**. Kuala Lumpur: Rubber Research Institute of Malaya, 1964. 76 p.

SOUZA, G. A. de **Influência do método de sangria e da adubação na produção e qualidade do látex de seringueira**. 2010. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fisiologia Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

## Performance Relativa de Florestas Plantadas de Seringueira no Acre

André Schatz Pellicciotti  
João Paulo Santos Mastrangelo  
Ricardo Brasil Corrêa da Cunha  
Shyrlene Oliveira da Silva  
Rivadálve Coelho Gonçalves  
Eufran Ferreira do Amaral







## Introdução

O fomento agropecuário é o conjunto de ações administrativas e técnicas que se complementam para promover o desenvolvimento de uma cadeia de valor agropecuário. Trata-se, portanto, de um trabalho focado em cadeia de valor de produtos agropecuários, inclusive aqueles oriundos de florestas plantadas. Inclui-se no fomento agropecuário brasileiro o fomento à heveicultura, destacado no capítulo I, art. 1º do Decreto nº 2.681 de 21 de julho de 1998:

Art. 1º O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Mapa, órgão da administração direta, tem como área de competência os seguintes assuntos: I - Política agrícola, abrangendo produção, comercialização, abastecimento, armazenagem e garantia de preços mínimos; II - Produção e fomento agropecuário, inclusive das atividades pesqueira e da heveicultura; entre outros. (Brasil, 1998, p. 1).

Para fomentar a atividade de heveicultura foi criada no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento a Câmara Setorial da Borracha Natural (CSBN), em 2005, em que os principais atores da cadeia de valor da seringueira são representados e contribuem para a formulação da Agenda Estratégica e da própria política nacional no setor privado e estatal. A Agenda Estratégica constitui um documento semelhante a um planejamento de médio prazo para todos os elos da cadeia de valor da borracha natural, incluindo o setor de produção de mudas, os heveicultores, a indústria de borrachas tecnicamente especificadas conhecidas comumente como usinas de borracha, as indústrias de pneus e diversos outros produtos de borracha natural ou que tenham a borracha natural em sua composição e os pesquisadores científicos de diversas instituições brasileiras.

Nesse sentido, uma série de avanços científicos, normativos e políticos foram obtidos desde então, como a comprovação de que a qualidade da madeira dos clones de seringueira RRIM600 e GT1 atende aos requisitos para comercialização no Brasil nas classes de uso previstas na norma NBR7190/97 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997; Servolo Filho et al., 2013).

Outro ganho importante para o setor foi a implementação da T14, pela Resolução Camex nº 98 de 10 de outubro de 2016, publicada no DOU em 11 de outubro de 2016, que é a taxa de 14% sobre a importação de borracha natural tecnicamente especificada, granulada ou prensada, em substituição à T4 que era a taxa de 4% que incidia anteriormente sobre a borracha natural importada. Essa alteração temporária na política fiscal da borracha natural busca priorizar o produtor nacional de modo a não inviabilizar as florestas plantadas

no Brasil, cujos empreendimentos ficam inviáveis pela política de preços baixos praticados pelo mercado totalmente livre.

Vale constar também que a partir da Agenda Estratégica da CSBN, houve a elaboração e publicação da Instrução Normativa nº 29 de 5 de agosto de 2009 e da Instrução Normativa nº 26 de 4 de junho de 2018 do Mapa, nas quais foram aprovadas as normas para a produção e os padrões de identidade e qualidade de sementes e de mudas de seringueira (*Hevea spp.*), de grande utilidade para o setor.

No Acre, um programa de fomento à heveicultura foi executado pelo governo estadual desde a implementação da Lei Chico Mendes, de 1999, a qual garante ao produtor uma subvenção econômica à borracha natural e, notadamente, a partir do lançamento da política de valorização do ativo ambiental florestal, em 2008.

## Política de valorização do ativo ambiental florestal do Acre

O governo do estado do Acre vem executando programas de desenvolvimento econômico, nos quais se inclui o desenvolvimento da infraestrutura necessária para os negócios e para as pessoas terem melhor qualidade de vida. No que tange ao programa de desenvolvimento econômico, a implantação e consolidação de parques industriais baseados na cadeia produtiva florestal dependem de políticas públicas no âmbito federal, estadual e municipal e de política do setor privado que se identifique com as cadeias de valor dos produtos florestais selecionados para receberem investimentos. No âmbito estadual, a publicação da política de valorização do ativo ambiental florestal, em 2008, representou um passo importante para a orientação do processo de desenvolvimento com sistemas florestais de produção. Como instrumentos para a execução dessa política, foram criados o plano de valorização do ativo ambiental florestal e o plano de recuperação de áreas alteradas.

O plano de recuperação de áreas alteradas, criado para a implantação de sistemas produtivos em áreas desmatadas, foi estruturado pela composição do Programa de Recuperação de Áreas Alteradas e do Programa de Florestas Plantadas (Acre, 2012).

O Programa de Florestas Plantadas foi lançado em 2008, pela Secretaria de Estado de Floresta (SEF), e possuía como foco a recuperação de áreas alteradas e degradadas, para a geração de suprimento de matéria-prima florestal madeireira, não madeireira e energética, com o objetivo principal de promover o reflorestamento dessas áreas, aumentando a competitividade das indústrias de base florestal do estado, com geração de

trabalho e renda. Para tanto, o Programa de Florestas Plantadas considerou as diretrizes do zoneamento ecológico-econômico do estado do Acre (ZEE-AC), o qual serve de ferramenta de planejamento de uso e ocupação do território.

## Método do trabalho

As áreas para implantação das florestas foram estrategicamente definidas com base no cruzamento de informações de áreas desmatadas, condições de logística, tipologia de solos, situação fundiária e aspectos sociais e econômicos da base de dados do ZEE-AC.

As primeiras áreas trabalhadas se encontram no entorno das rodovias BR-364 e BR-317 em assentamentos da reforma agrária e em pequenas áreas rurais. A implantação dos plantios florestais se deu utilizando mudas bicompostas (planta zigótica-clonal) da espécie *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Muell. Arg., seringueira, com clones sugeridos por um grupo de técnicos, engenheiros e especialistas. Esses clones se encontram identificados em Gonçalves et al. (2013).

Além da seringueira, também foram incluídas, em alguns projetos, as espécies *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (castanheira-do-brasil, castanheira-da-amazônia, castanheira-do-pará) e *Euterpe precatoria* Mart. (açazeiro, açaí-solteiro, açaí-da-mata).

O objetivo dos plantios em pequena escala por propriedade foi desenvolver modelos padronizados de projetos de reflorestamento para geração de renda e servir de referência a atividades de extensão rural ou mesmo de laboratório para pesquisas com a seringueira em grande escala dada a distribuição geográfica das florestas implantadas.

Como estratégia, em 2009, implantou-se no campo experimental da Embrapa Acre um jardim clonal de seringueiras, com o objetivo de atender parte da demanda de hastes gêmeiras clonais que foram utilizadas na produção das mudas fornecidas por meio das ações do Programa de Florestas Plantadas, propostas pelo Programa de Desenvolvimento Sustentável do Acre.

Muito rapidamente, houve a criação de novos viveiros florestais e a ampliação de viveiros preexistentes, todos cadastrados no Registro Nacional de Sementes e Mudas (Renasem), do Mapa, que atuaram na produção de mudas de qualidade e criaram no setor privado as condições para fomentar os plantios florestais com a seringueira.

O governo do estado do Acre, por meio do Proacre, desenvolveu um conjunto de ações visando à recuperação de extensas áreas alteradas e/ou degradadas com projetos de

reflorestamento para produtores familiares, concentrados principalmente na mesorregião do Vale do Acre (microrregiões de Brasileia, Rio Branco e Sena Madureira).

Com base nas informações técnicas, as áreas próximas das rodovias BR-364 e BR-317 foram eleitas como locais potenciais de abrangência dos projetos de reflorestamento com seringueira, incluindo os municípios de Capixaba, Xapuri, Epitaciolândia, Brasileia e Assis Brasil.

Os plantios foram fomentados por meio da implantação de projetos de reflorestamento, da realização de serviços de mecanização agrícola e do fornecimento de mudas bicompostas (planta zigótica-clonal), apoiando a implementação dos planos de desenvolvimento comunitários (PDCs) nas comunidades rurais com aptidão produtiva de látex.

## Mecanização agrícola

Os serviços de mecanização agrícola foram realizados no período de 2010 até o início de 2012, abrangendo Capixaba, Xapuri, Epitaciolândia, Brasileia e Senador Guiomard, esse último município incluído posteriormente no Programa de Florestas Plantadas. Já no município de Assis Brasil, inicialmente contemplado, não foi realizada a mecanização agrícola, pois todo o plantio foi executado em áreas de adensamento e enriquecimento florestal, não sendo necessária a mecanização em nenhuma delas.

O serviço de mecanização foi executado em duas etapas: a etapa de limpeza da área, com a destoca, enleiramento e aceiro, utilizando três tratores de esteira de no mínimo 140 cavalos (CV) de potência; e a etapa de preparo do solo, com o serviço de gradagem e posterior serviço de nivelamento, utilizando três tratores de pneu, com potência mínima de 75 CV e implementos de grades hidráulicas aradoras, abertas e fechadas, com 16 discos de 26 polegadas (Figuras 1, 2 e 3).

Na operação de preparo da área, além da retirada de raízes, tocos, galhos e troncos, foram realizadas a aração e a gradagem até o destorroamento parcial do solo (Figura 3). As áreas preparadas foram cercadas e disponibilizadas para as etapas seguintes visando ao plantio das árvores.

O projeto inicial previa a mecanização de mil hectares de áreas, conforme Tabela 1. Contudo, no decorrer da execução, houve a necessidade de criar uma proposta de planejamento para remanejamento das áreas contratadas, com o objetivo de realizar uma melhor distribuição dos serviços, atendendo às demandas inicialmente não contempladas e excluindo áreas de difícil acesso e/ou de produtores desistentes. Dos 430 ha que



seriam mecanizados no município de Xapuri, 200 ha foram transferidos para o Projeto de Desenvolvimento Sustentável – PDS Nova Bonal, em Senador Guimard, município que inicialmente não fazia parte do programa.



Foto: Ricardo Brasil Corrêa da Cunha

**Figura 1.** Trator de pneu executando a gradagem de uma área durante o preparo do solo para o plantio da seringueira.



Foto: Ricardo Brasil Corrêa da Cunha

**Figura 2.** Trator de esteira utilizado na operação de arranquio e remoção de tocos de árvores (destoca) nas áreas destinadas aos projetos de reflorestamento com seringueira.



Foto: Ricardo Brasil Corrêa da Cunha



**Figura 3.** Área destocada, arada e nivelada com grade pesada, para implantação de floresta de seringueira, com leira de material vegetal ao fundo.

**Tabela 1.** Municípios e área contratada para a mecanização visando à implantação das florestas.

Município	Área contratada (ha)
Capixaba	360
Xapuri	430
Brasileia e Epitaciolândia	140
Assis Brasil	70
<b>Total</b>	<b>1.000</b>

Fonte: Acre (2008).

Ao final dos trabalhos de mecanização, foram atendidos 424 pequenos produtores rurais, no total de 995,6 ha de áreas mecanizadas, aproximadamente 99% da meta inicial do projeto, de mil hectares. Na Tabela 2 consta a distribuição das áreas atendidas pelo programa até o início de 2012.

**Tabela 2.** Total de áreas mecanizadas e número de propriedades beneficiadas por município.

Município	Nº de propriedades	Área mecanizada (ha)
Capixaba	201	485,4
Senador Guimard	18	183,7
Xapuri	55	124,9
Brasileia e Epitaciolândia	62	113,5
Plácido de Castro	88	88,0
<b>Total</b>	<b>424</b>	<b>995,6</b>

Fonte: Acre (2008).

## Produção e entrega de mudas de seringueira

Após o processo de mecanização, os produtores receberam as mudas para o plantio em suas propriedades, de acordo com a quantidade de área preparada para o reflorestamento.

As mudas bicompostas (planta zigótica-clonal) de seringueira (*H. brasiliensis*) fornecidas pelo programa foram produzidas em viveiros particulares, implantados ou ampliados à época nos municípios de Porto Acre, Rio Branco e Senador Guimard, devidamente cadastrados no Registro Nacional de Sementes e Mudanças (Renaseam), do Mapa.

Esses viveiros receberam incentivos oficiais para produção de mudas de qualidade por meio de capacitação de viveiristas para realização de enxertos e fornecimento de material genético padronizado dos seguintes clones: RRIM600, Fx3844, Fx3864, TR01, CDC312, FDR4575, FDR5240, FDR5788, Fx4098, TP875, PMB1, IAN873, MDF180 e FX985. As mudas entregues foram do tipo toco enxertado de raiz nua, conforme a Instrução Normativa nº 29 de 29 de agosto de 2009, utilizando sementes de floresta primária e sementes de plantios clonais como porta-enxertos.

As mudas de seringueira com aspecto saudável foram alojadas em calhas abertas inclinadas no solo sob sombra, imediatamente após serem entregues, para que fosse evitada sua desidratação. As mudas (Figura 4A) apresentavam diâmetro e comprimento radicular apropriado, bem como identificação de clones com cores distintas. O armazenamento temporário das mudas nas calhas serviu de viveiro de espera, mantendo as raízes cobertas com solo do próprio local (Figura 4B).

Os municípios e locais que receberam mudas de seringueira para plantio estão listados na Tabela 3.



Fotos: Raimundo Graça Severiano Freitas



**Figura 4.** Mudanças dispostas em calha aberta inclinada sob sombra antes da cobertura com solo (A) e após a cobertura das raízes com solo do local para evitar desidratação (B).

**Tabela 3.** Municípios e locais onde foram distribuídas mudas de seringueira até 2011.

Município	Local <sup>(1)</sup>
Assis Brasil	PA Paraguassu
Brasileia	PAE Santa Quitéria PAE Chico Mendes
Capixaba	PA Alcobrás PA Zaqueu Machado PAE São Luís do Remanso PA São Gabriel
Epitaciolândia	PAE Chico Mendes
Senador Guimard	PDS Nova Bonal
Xapuri	Resex Chico Mendes PA Tupá PDS Floresta

<sup>(1)</sup>PA = Projeto de assentamento. PAE = Projeto de assentamento agroextrativista. PDS = Projeto de desenvolvimento sustentável. Resex = Reserva extrativista.

Fonte: Acre (2008).

## Seleção de áreas e inventário florestal

A análise do desempenho de florestas plantadas de seringueiras no estado do Acre iniciou-se com o planejamento e o inventário florestal nos anos de 2013 e 2014, por meio de um levantamento das áreas de florestas plantadas fomentadas pelo governo do estado, em 2011 e 2012, com uma equipe estruturada no âmbito da Reposição Florestal, Decreto Estadual nº 4.872 de 23 de novembro de 2012, alterado pelo Decreto nº 9.670 de 24 de setembro de 2018.

O estudo teve como objetivo principal conhecer o crescimento de florestas plantadas com seringueira e estimar seu potencial de cultivo na mesorregião do Vale do Acre, a partir do inventário florestal dessas primeiras populações de árvores.

No trabalho de planejamento para avaliar a eficiência de implantação e para a medição das árvores nas áreas onde foram realizadas as ações de fomento, foi utilizada a base de dados da Secretaria de Estado de Floresta (SEF), na qual constam as informações de áreas mecanizadas e propriedades que receberam as mudas de seringueira, no período avaliado.



Na etapa de avaliação da eficiência de implantação das florestas, foram realizadas visitas técnicas para que fosse possível categorizar o estado silvicultural dos plantios com seringueira. Assim, foram definidas duas classes distintas de situações encontradas: floresta plantada manejada e floresta plantada não manejada.

Definiu-se como floresta plantada manejada um conjunto de árvores plantadas uniformemente em linhas com espaçamento definido, apresentando menos de 10% de falhas, com manejo de plantas daninhas (forrageiras e invasoras) existentes e, em algumas áreas, árvores de seringueira em consórcio com espécies frutíferas e/ou agrícolas (Figura 5).

Foto: Rivaldave Coelho Gonçalves



**Figura 5.** Floresta plantada de seringueira bicomposta (clone de *Hevea brasiliensis* enxertado em muda de semente), classe manejada, aos 8 anos de idade, com açaizeiro (*Euterpe precatoria*) na entrelinha, em Xapuri, Acre.

A classe de floresta plantada não manejada foi definida como um conjunto de árvores plantadas em espaçamentos e linhas desuniformes, com falhas acima de 10%, com ausência de manejo de plantas daninhas (forrageiras e invasoras) e, em algumas áreas, árvores de seringueira em consórcio com espécies frutíferas e/ou agrícolas (Figura 6).



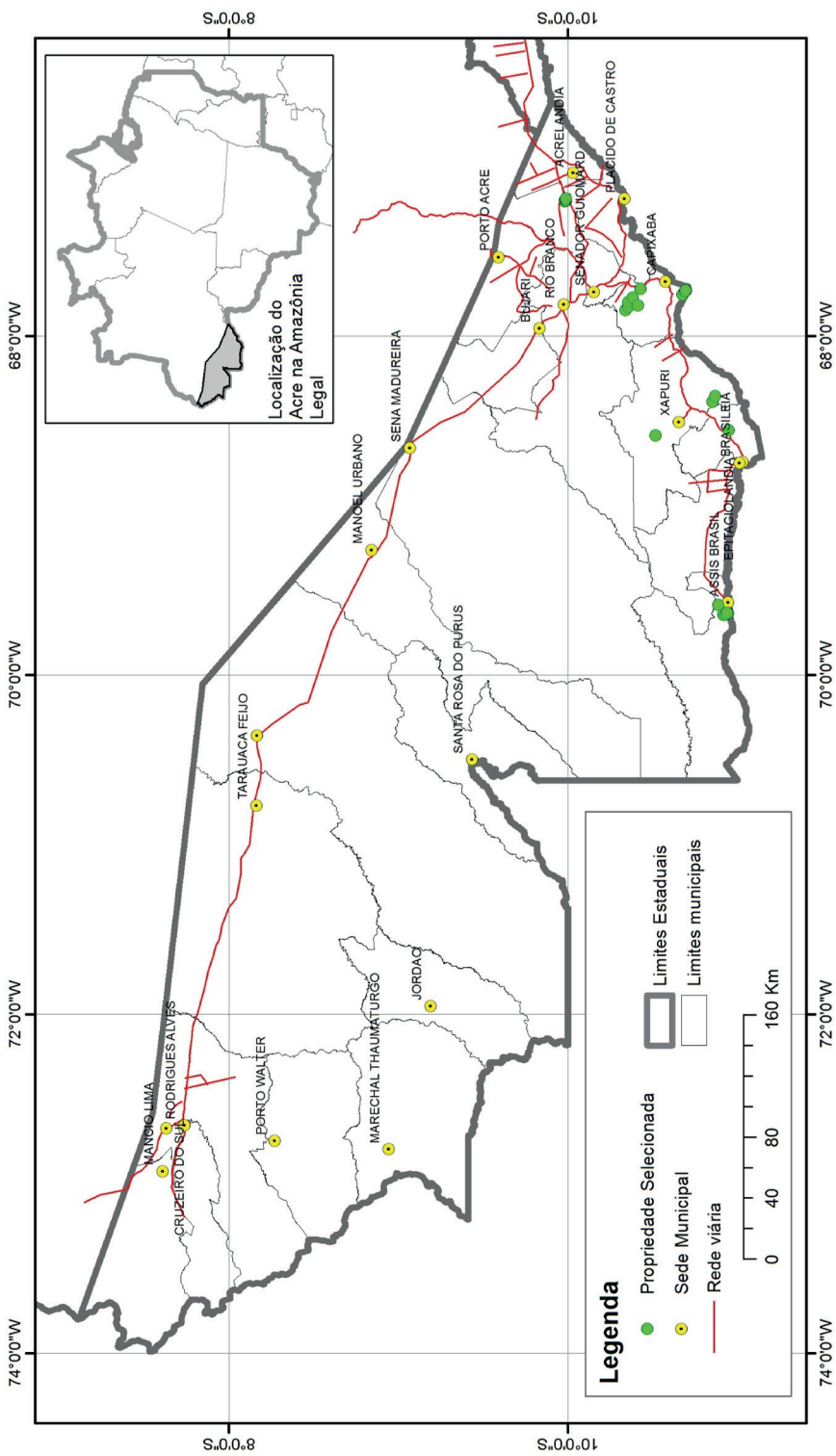


Foto: Rivaldave Coelho Gonçalves

**Figura 6.** Floresta plantada de seringueira bicomposta (clone de *Hevea brasiliensis* enxertado em muda de semente), classe não manejada, aos 8 anos de idade, com abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merr.) e banana-comprida (*Musa paradisiaca* L. cultivar D'Angola), entre árvores, em Xapuri, Acre.

Para verificar o estado silvicultural de cada área plantada, foram visitadas 550 propriedades e posses rurais onde houve o plantio de seringueiras. Com os dados obtidos foi realizada a seleção das áreas com plantios manejados e então escolhidas 23 propriedades para a análise do crescimento das árvores de seringueira conforme indicado no mapa (Figura 7).

O inventário florestal foi realizado por meio da alocação de parcelas retangulares de 250 m<sup>2</sup> (10,0 m x 25,0 m) em posição central em cada área de plantio, onde foram mensuradas 27 árvores por parcela, com um valor mínimo de 23, média de 27,33, erro padrão da média igual a 2,14 e valor máximo igual a 30 (23–27,33 ± 2,14–30). Em cada árvore foram mensuradas a circunferência à altura do peito com casca (CAP) (Soares et al., 2012), utilizando-se uma fita métrica, e a altura total (H) de todos os indivíduos dentro das parcelas, com auxílio de uma vara telescópica graduada.



**Figura 7.** Localização das propriedades selecionadas para a análise do crescimento das árvores e da produção de biomassa dos plantios de seringueira do Programa Florestas Plantadas executado pela Secretaria de Estado de Floresta do Acre.

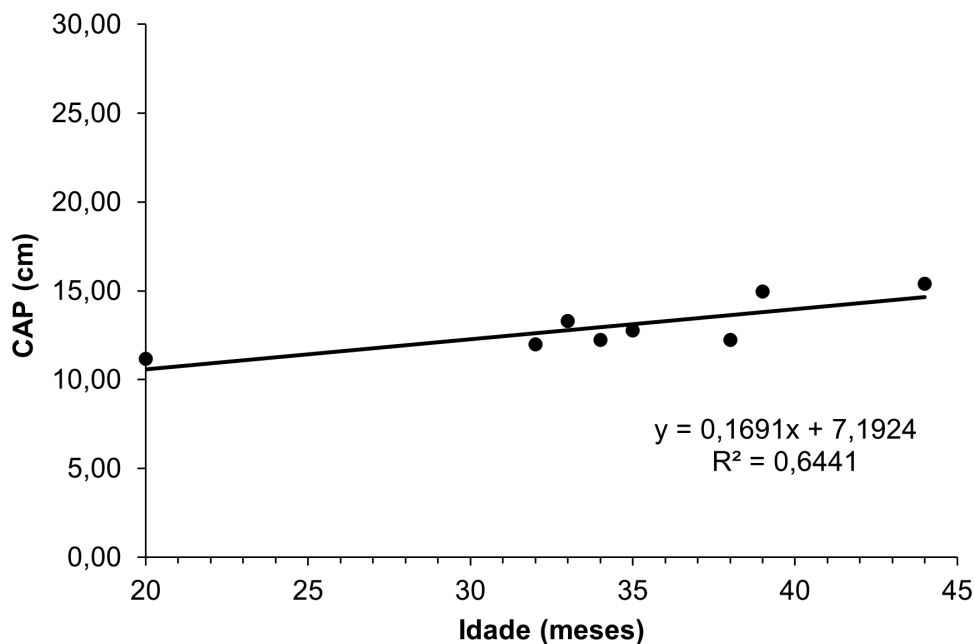
A ausência de informações dos clones de seringueira plantados em cada área inventariada impossibilitou a análise específica por material genético utilizado no plantio nesse programa inicial de fomento. O registro da informação dos códigos dos clones plantados em cada área é garantido no trabalho de redação de projetos individuais para cada produtor e no trabalho de execução e condução do plantio, o que deverá ser obrigatoriamente feito em programas futuros. As análises estatísticas constaram do cálculo da média da CAP e da altura total das árvores (H), em cada tempo de amostragem e em cada classe de solo, bem como da elaboração de um modelo que correlaciona H com CAP. Usando as equações alométricas definidas para as florestas acreanas publicadas em Acre (2013) foram calculadas as biomassas frescas das plantações de seringueira considerando o diâmetro à altura do peito com casca (DAP) como variável base, obtido por cálculo a partir da CAP utilizando-se a fórmula  $DAP = \frac{CAP}{\pi}$  (Soares et al., 2012).

## Resultados

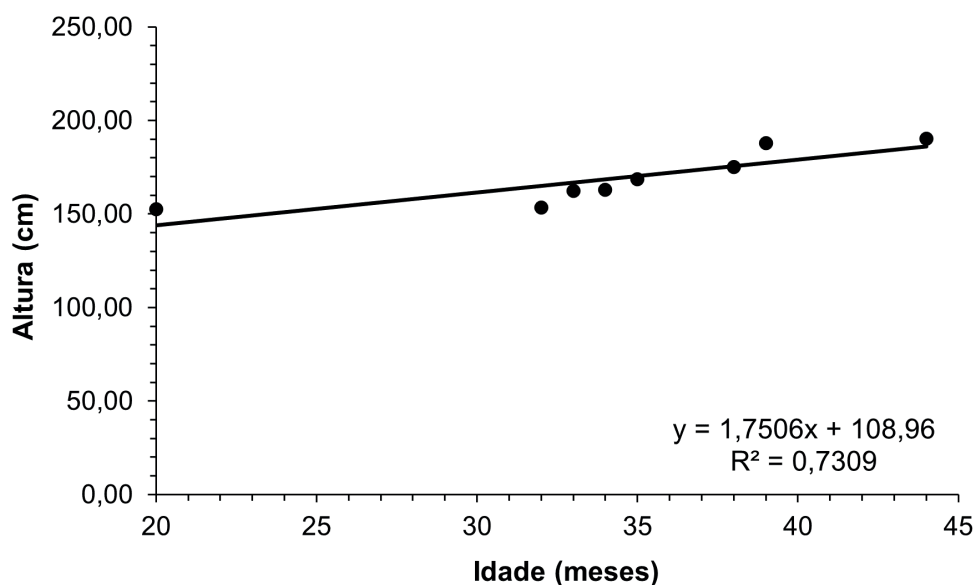
Até o final de abril de 2012, foram entregues mais de 247 mil mudas clonadas de seringueira, distribuídas nos municípios e locais apresentados anteriormente (Tabelas 2 e 3). Foi constatado que aproximadamente 30% do total de áreas fomentadas apresentava florestas plantadas manejadas, com plantios bem conduzidos, indicando seu potencial para florestas produtivas no médio prazo.

De acordo com a amplitude de idade das árvores mensuradas durante o inventário (25 meses), verifica-se que a circunferência à altura do peito com casca (CAP) variou consideravelmente no estande de plantas, aumentando de 10,5 cm  $\pm$  3,0 cm (20 meses após o plantio) a 26,4 cm  $\pm$  24,1 cm (45 meses após o plantio). Houve alta variabilidade da CAP aos 45 meses de idade (Figura 8), provavelmente em razão da ausência de tratamentos silviculturais adequados, que não permitiram a formação de um plantio com características mais homogêneas, bem como pela interação diferencial de clones com sementes de floresta nativa que influencia tanto na CAP quanto na altura total das árvores.

A altura média das plantas de seringueira variou de 149,6 cm  $\pm$  13,6 cm (20 meses após o plantio) a 208,9 cm  $\pm$  63,3 cm (45 meses após o plantio), com uma alta variabilidade aos 45 meses (Figura 9).

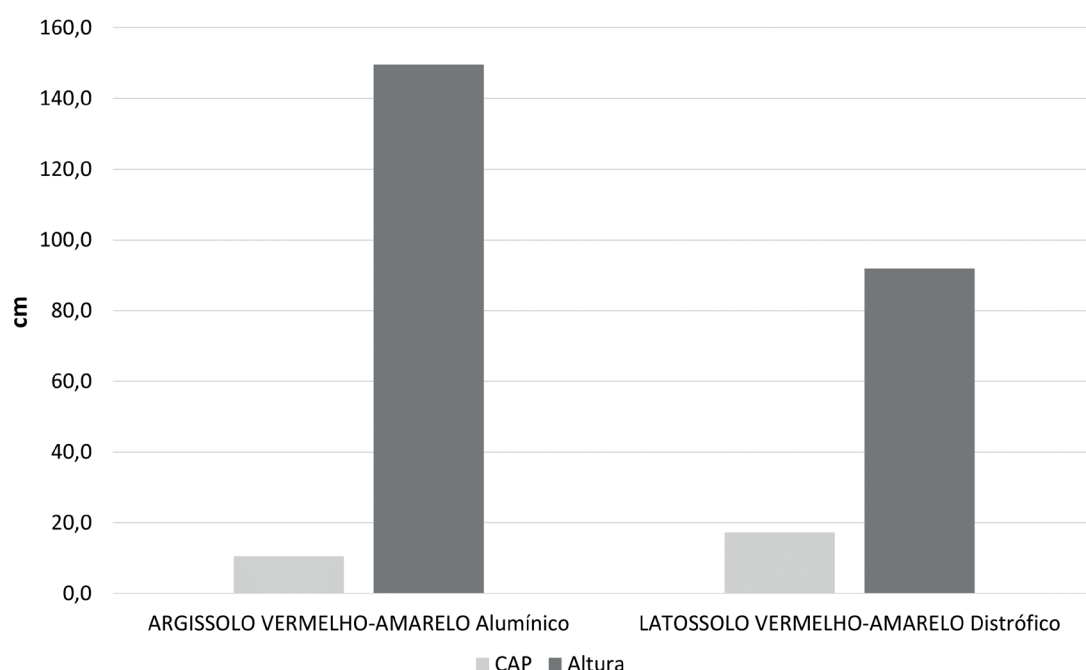


**Figura 8.** Circunferência à altura do peito com casca (CAP) em árvores de seringueira de plantios com diferentes idades estabelecidos em 23 propriedades no sudeste do estado do Acre.



**Figura 9.** Altura total de árvores de seringueira em plantios de diferentes idades estabelecidos em 23 propriedades no sudeste do estado do Acre.

Com relação ao desenvolvimento inicial em diferentes classes de solos, observa-se que, nos primeiros meses de desenvolvimento, as plantas apresentaram maior CAP (Figura 10) nos plantios realizados em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, em função da sua melhor estrutura que permite um maior desenvolvimento radicular. Nos locais de plantio em Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico ocorreram as maiores alturas em comparação com o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, uma vez que há uma maior resistência para o desenvolvimento radicular em função do gradiente textural.



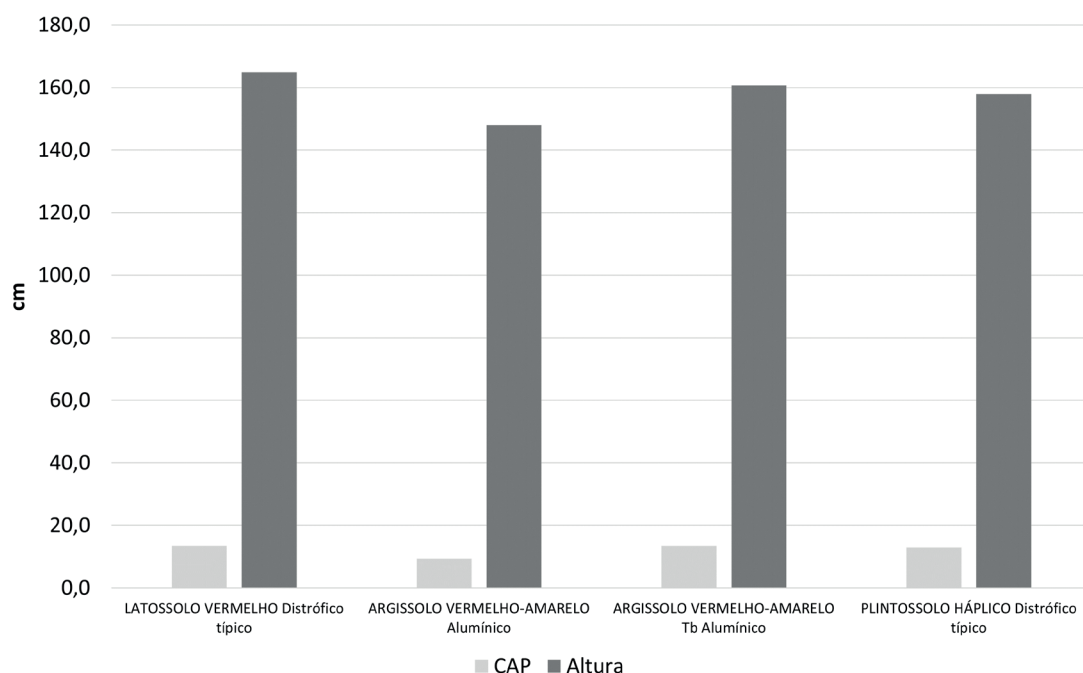
**Figura 10.** Circunferência à altura do peito e altura total de árvores em plantações de seringueira com 1 ano e 9 meses em duas classes de solos no sudeste do estado do Acre.

Após 2 anos de plantio foram avaliadas quatro classes de solos em três ordens distintas: Latossolos, Argissolos e Plintossolos (Embrapa, 2013). As plantas cultivadas no Latossolo Vermelho Distrófico típico apresentaram maior altura ( $164,8 \text{ cm} \pm 20,0 \text{ cm}$ ) que as plantas cultivadas em outras ordens. O Argissolo Vermelho-Amarelo Alumínico condicionou a menor altura ( $148,0 \text{ cm} \pm 24,3 \text{ cm}$ ). Mesmo com as restrições morfológicas, nessa idade, o Plintossolo Háplico Distrófico típico não condicionou restrições ao desenvolvimento das plantas (Figura 11), o que deve ocorrer em idades futuras.

Após 3 anos de plantio foram avaliadas seis classes de solos diferentes no desenvolvimento das plantas. Os melhores resultados foram obtidos no Argissolo Vermelho

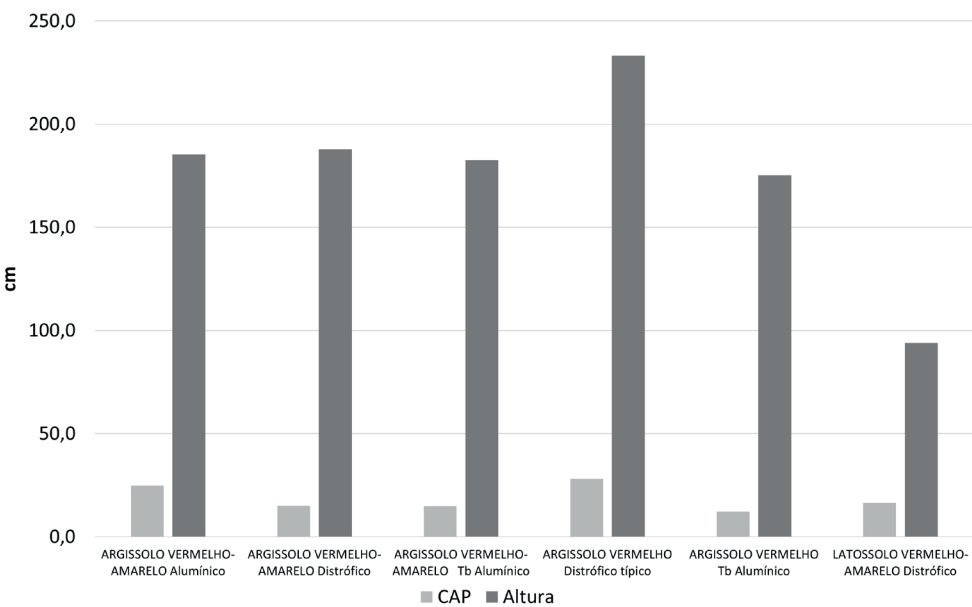


Distrófico típico (Figura 12), em função das suas condições morfológicas de estrutura e profundidade efetiva, enquanto o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico apresentou os resultados mais baixos, condicionados, provavelmente, pelo manejo das plantas, uma vez que as condições morfológicas são adequadas para a cultura (Carmo et al., 2000).

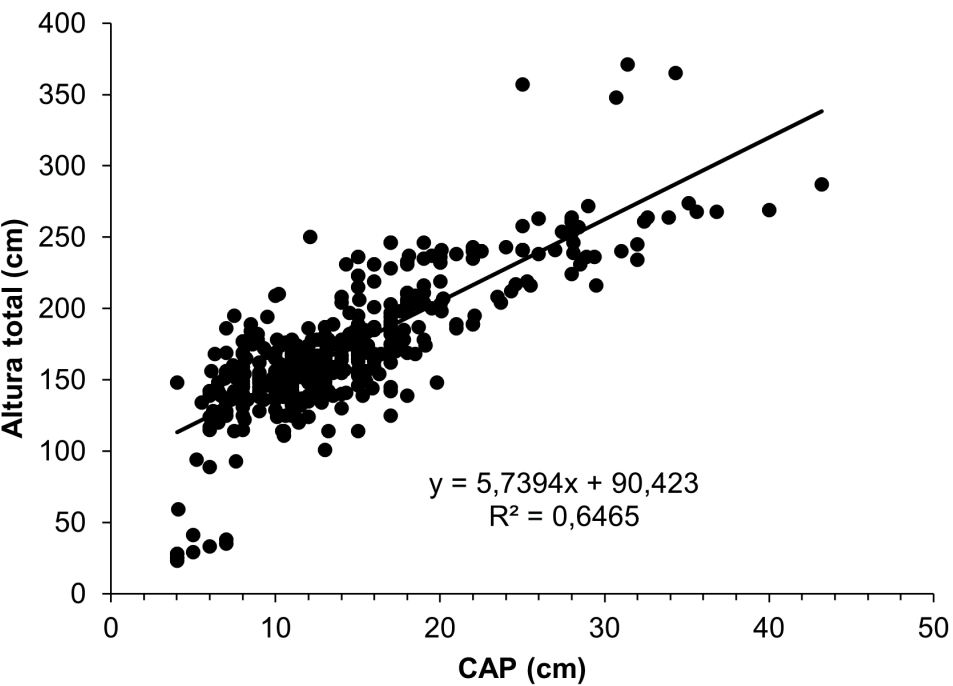


**Figura 11.** Circunferência à altura do peito e altura total de árvores em plantações de seringueira com 24 meses em quatro classes de solos no sudeste do estado do Acre.

Utilizando todos os dados observados foi realizada uma análise de correlação entre os dados de altura total (H) e os dados de circunferência à altura do peito com casca (CAP), usando o software Rbio (Bhering, 2017). O valor do coeficiente de correlação de Pearson entre H e CAP foi de  $r = 0,8040621$ , significativo a 95% de probabilidade pelo teste T,  $t = 29,937$ ,  $p\text{-value} < 2,2 \cdot 10^{-16}$ , g.l. = 490, com intervalo de confiança para o valor da correlação verdadeira  $\rho$  definido de 0,7704226 a 0,8332368. Uma equação linear relacionando a altura total com a circunferência à altura do peito foi definida como  $H = 5,7394 \times \text{CAP} + 90,423$  (Figura 13), com coeficiente de determinação  $R^2 = 0,6465$ , corroborando que a relação linear entre as variáveis é a melhor conclusão quando se analisa o conjunto total de dados do inventário em todas as idades das plantas em todas as classes de solo. Equações com maiores  $R^2$  e distribuição de resíduos padronizados satisfatória podem ser obtidas com plantas de mesma idade para sítios edáficos específicos.



**Figura 12.** Circunferência à altura do peito e altura total de árvores em plantações de seringueira com 36 meses em seis classes de solos no sudeste do estado do Acre.



**Figura 13.** Altura total e circunferência à altura do peito (CAP) de árvores de seringueira em plantios com idade variável de 1 a 11 meses a 3 a 9 meses em seis classes de solos no sudeste acreano e equação da reta.

Há uma variabilidade dos valores de biomassa em função da diversidade das condições de solos e clima em que foram realizados os cultivos e da amplitude de idade das florestas com diferentes clones, porém a biomassa fresca variou de 1.828,0 kg ha<sup>-1</sup> com 20 meses de plantio para 20.249,8 kg ha<sup>-1</sup> com 45 meses de plantio (Tabela 4), demonstrando a eficiência de sequestro de carbono da cultura e seu potencial para inserção em programas de incentivos aos serviços ambientais.

**Tabela 4.** Evolução da biomassa fresca por planta em 1 ha plantado com seringueira no espaçamento de 7,0 m x 3,0 m no estado do Acre.

Meses de plantio	DAP (cm) <sup>(1)</sup>	Biomassa acima do solo/planta	Biomassa abaixo do solo/planta	Biomassa total/planta	Biomassa acima do solo/ha	Biomassa abaixo do solo/ha	Biomassa total/ha
kg							
20	3,3	3,4	0,5	3,8	1.599,4	228,6	1.828,0
23	5,5	12,3	1,8	14,1	5.854,7	839,6	6.694,3
32	3,8	4,8	0,7	5,5	2.270,6	324,8	2.595,5
33	4,0	5,4	0,8	6,2	2.566,4	367,3	2.933,7
34	3,7	4,5	0,6	5,1	2.120,8	303,4	2.424,1
35	4,3	6,4	0,9	7,3	3.040,9	435,4	3.476,3
37	5,2	10,9	1,6	12,4	5.182,4	743,0	5.925,4
38	3,9	5,0	0,7	5,8	2.398,0	343,1	2.741,1
39	4,8	8,5	1,2	9,7	4.030,3	577,4	4.607,8
44	4,7	8,4	1,2	9,6	3.977,6	569,9	4.547,5
45	8,4	37,2	5,3	42,5	17.703,7	2.546,2	20.249,8

<sup>(1)</sup>DAP = Diâmetro à altura do peito.

## Considerações finais

Os resultados demonstram que há uma forte correlação entre desenvolvimento das plantas de seringueira e condições pedológicas no sudeste acreano.

A frequência de florestas bem cuidadas, com estande satisfatório de árvores nos projetos executados, indica a necessidade de mais investimentos quanto ao esforço de acompanhamento e suporte ao projeto com mudas contendo copa formada para replantio de falhas no máximo 30 dias após o plantio inicial.

Há necessidade de inventário anual e monitoramento contínuo dos plantios estabelecidos para permitir a geração de modelos com o objetivo de avaliar a efetividade no que se refere ao sequestro de CO<sub>2</sub> e produção de látex em cada sítio.

Novos projetos devem contar com absoluta correspondência técnica entre croqui de plantio e clones plantados para um efetivo monitoramento de sobrevivência, crescimento, incidência de doenças e pragas e produção de borracha por clone.

Além dessa abordagem silvicultural é preciso contar com análises e avaliação da fertilidade do solo nas áreas representativas da região onde o programa de fomento está sendo desenvolvido.

Por se tratar de trabalho pioneiro de fomento florestal com método diferente daquele empregado na década de 1980, inexistem dados de outros trabalhos realizados no Acre que possam ser utilizados para comparação de resultados. Além disso, os dados de trabalhos realizados em outros locais são de plantas com idades superiores às idades utilizadas neste estudo.

## Referências

ACRE (Estado). Decreto nº 4.872, de 23 de novembro de 2012. Dispõe sobre a reposição florestal no Estado do Acre e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Acre**, n. 10.933, p. 1-2, 26 nov. 2012. Disponível em: <http://www.diario.ac.gov.br/>. Acesso em: 25 ago. 2019.

ACRE (Estado). Secretaria de Estado de Floresta. **Programa Florestas Plantadas**. Rio Branco, AC, 2008.

ACRE (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento. **Estudo de biomassa na Floresta Estadual do Antimary**: relatório técnico final. Rio Branco, AC, 2013. 25 p. (não publicado).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

BHERING, L. L. Rbio: a tool for biometric and statistical analysis using the R platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 187-190, Apr./June 2017.

BRASIL. Decreto nº 2.681 de 21 de julho de 1998. Aprova a estrutura regimental e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão e funções gratificadas do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 1, 22 jul. 1998. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1998/decreto-2681-21-julho-1998-397974-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 20 jul. 2020.

CARMO, C. A. F. de S. do; CUNHA, T. J. F.; GARCIA, N. C. P.; CALDERANO FILHO, B.; CONCEIÇÃO, M.; MENEGUELLI, N. do A.; BLANCANEUX, P. **Influência de atributos químicos e físicos do solo no desenvolvimento da seringueira na região da Zona da Mata de Minas Gerais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa, 10).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

GONÇALVES, R. C.; SÁ, C. P. de; DUARTE, A. F.; BAYMA, M. M. A. **Manual de Heveicultura para a região sudeste do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2013. 152 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 128).

SERVOLO FILHO, H. J.; GARCIA, J. N.; BERNARDES, M. S. Propriedades mecânicas da madeira dos clones RRIM 600 e GT1 de diferentes classes de perímetro de tronco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HEVEICULTURA, 3., Guarapari, ES. **Resumos...** Guarapari: Cedagro: Seag: Incaper, 2013. 4 p. 1 CD-ROM.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2012. 272 p.



## Zoneamento Pedoclimático da Seringueira no Acre

Nilson Gomes Bardales  
Edson Alves de Araújo  
Antonio Willian Flores de Melo  
João Luiz Lani  
Eufran Ferreira do Amaral  
Emanuel Ferreira do Amaral







## Introdução

Para facilitar o bom planejamento ambiental tem-se mais recentemente os avanços tecnológicos da cartografia automatizada, dos sistemas de gerenciamento de banco de dados e do processamento digital de imagens. A ligação técnica e conceitual do desenvolvimento dessas ferramentas resultou no aprimoramento de uma enorme variedade de métodos de processamento de dados geográficos e estudos da paisagem (Carvalho Júnior et al., 2003).

Os estudos com zoneamentos (agrícolas e/ou edafoclimáticos) contribuirão para racionalizar alguns fatores que permitirão promover o desenvolvimento regional, da seguinte forma: orientando nos investimentos em infraestrutura e nos serviços básicos de apoio ao agronegócio; orientando a localização de empresas privadas relacionadas com a produção e distribuição de insumos agrícolas; orientando a distribuição do crédito agrícola; apoiando as variadas formas de organização da produção (cooperativas, colonização), permitindo, com isso, maior especialização (Chagas et al., 2000).

Deve-se, portanto, intensificar o uso da classe de solo como elemento básico na avaliação do potencial de uso e produção das terras (Ker; Resende, 1996). No Acre, em razão dos avanços nos últimos 17 anos em estudos de solos (Silva, 1999; Wadt, 2002; Acre, 2006; Amaral, 2007; Abud, 2011; Anjos et al., 2013; Bardales et al., 2015) e clima (Duarte, 2005), foi possível organizar um banco de dados edafoclimáticos (atributos de solo e clima), que permitiu a instrumentação de valores de referência para um bom planejamento técnico e econômico na implantação de culturas agrícolas, observando as exigências da cultura e a tecnologia que se deseja empregar.

Araújo e Lopes Assad (2001) definiram uma metodologia para elaborar o zoneamento pedoclimático das terras de Goiás, a partir do Sistema Brasileiro de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. No referido estudo, os autores enfatizam que na escala de trabalho adotada (1:1.000.000), a maior dificuldade para determinar a aptidão agrícola das terras foi o grau de generalização das informações básicas; nesse caso, os solos inaptos foram avaliados com base nas informações da classe de solo e a aptidão foi estimada com maior precisão, agregando-se variáveis como CTC, saturação por bases e risco climático, de acordo com as exigências de cada cultura.

Sarraipa (2003) afirma que ao caracterizar o potencial e as restrições existentes no zoneamento, a estruturação de banco de dados representa um instrumento que pode conciliar as demandas de informação para o desenvolvimento econômico e aquelas requeridas para subsidiar a preservação ambiental.

A seringueira, de acordo com Cunha et al. (2000), requer solos profundos, porosos, bem drenados, de textura argilosa e com boa retenção de umidade. Segundo esses autores, as condições físico-hídricas são de extrema importância, considerando que a planta necessita retirar do solo uma grande quantidade de água para suportar uma produção de látex que chega a conter 68% de água.

As condições ambientais do clima e do solo controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, no entanto, esses elementos devem ser adequadamente avaliados antes de se implantar qualquer atividade agrícola ou silvicultural. O primeiro e mais decisivo passo em qualquer planejamento deve ser a identificação de áreas com alto potencial de produção, isto é, áreas onde o clima seja adequado para a cultura (Pereira et al., 2002).

Vários trabalhos foram realizados com relação ao zoneamento, considerando aspectos de clima e solo para a heveicultura, por Reis (1974), Camargo (1976), Camargo et al. (1977), Ortolani et al. (1983), Almeida et al. (1987), Camargo et al. (2003), Marin e Barreto Junior (2005), Cecílio et al. (2006), Pilau et al. (2007) e Campanharo et al. (2008). Esses pesquisadores levaram em consideração o risco de ocorrência do mal das folhas com base nos dados de precipitação, temperatura do ar e elementos do balanço hídrico e outros parâmetros edafológicos na elaboração do zoneamento para a cultura.

O zoneamento agroclimático consiste essencialmente na delimitação de áreas com aptidão, ou seja, regiões climaticamente homogêneas para o cultivo de determinada cultura, em que as condições hídricas e térmicas ideais para seu desenvolvimento e sua produtividade estão estabelecidas (Ometto, 1981; Ferreira, 1997).

Como ferramenta de tomada de decisão, o zoneamento agroclimático não é definitivo e deve ser constantemente atualizado, sendo passível à incorporação de novas metodologias de estudo, visando obter maiores informações sobre as condições climáticas das culturas selecionadas e, sobretudo, proporcionar um maior retorno dos investimentos a médio e longo prazo (Sediyama et al., 2001).

Este trabalho objetivou realizar o zoneamento pedoclimático a partir de dados de levantamentos de solos em escala 1:250.000, integrando-se a aptidão dos solos com o estudo de aptidão climática para a cultura da seringueira no estado do Acre.

## Material e métodos

O estado do Acre ocupa 164.221 km<sup>2</sup>, que constituem 4,3% da Amazônia Brasileira e 1,9% do território nacional (IBGE, 1994). Localiza-se no extremo sudoeste da Amazônia Brasileira e possui 22 municípios (Figura 1).

O território acreano é dividido em cinco regionais de desenvolvimento tomando como referencial as principais bacias hidrográficas dos rios Acre, Purus, Tarauacá, Envira e Juruá. As regionais são Alto Acre, Baixo Acre, Purus, Tarauacá-Envira e Juruá (Figura 2).

Para a realização das atividades de geoprocessamento, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas ArcGIS® 9.3, desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI) de Redlans, Califórnia (Ormsby et al., 2001).

A base cartográfica foi elaborada a partir dos novos limites municipais do Acre (Acre, 2006), sendo utilizados os dados de hidrografia, rede viária e sedes municipais da base cartográfica oficial do estado (Acre, 2005), na escala de 1:100.000, e os dados de desmatamento referentes ao acumulado até 2016, considerando uma área mínima mapeável de 0,51 ha (Acre, 2016).

A avaliação do potencial pedoclimático nas áreas desmatadas do estado do Acre para a cultura da seringueira foi baseada na relação dos estudos de solos (Amaral, 2007; Acre, 2006) e clima existentes (Hijmans et al., 2005), com os requerimentos específicos da cultura da seringueira, considerando os resultados de aptidão pedológica, os resultados de aptidão climática e o risco do mal das folhas. A cultura foi avaliada, considerando-se a utilização dos seguintes níveis de manejo: simples ou primitivo (A) de baixo nível tecnológico, regular (B) de médio nível tecnológico e avançado (C) de alto nível tecnológico, de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995).

Com base nas análises de solo (morfologia, física e química) e clima (precipitação, temperatura e déficit hídrico) cruzadas com as áreas desmatadas até 2016, fez-se a avaliação da aptidão pedológica (AP) e aptidão climática (AC) nos três níveis de manejo (A, B e C) para todas as regionais do estado em escala de 1:250.000 (Figura 3).

A intersecção das duas camadas de informação gerou nove níveis de aptidão pedoclimática (Tabela 1) ordenados por nível de restrição climática e pedológica, que constituem as zonas pedoclimáticas.



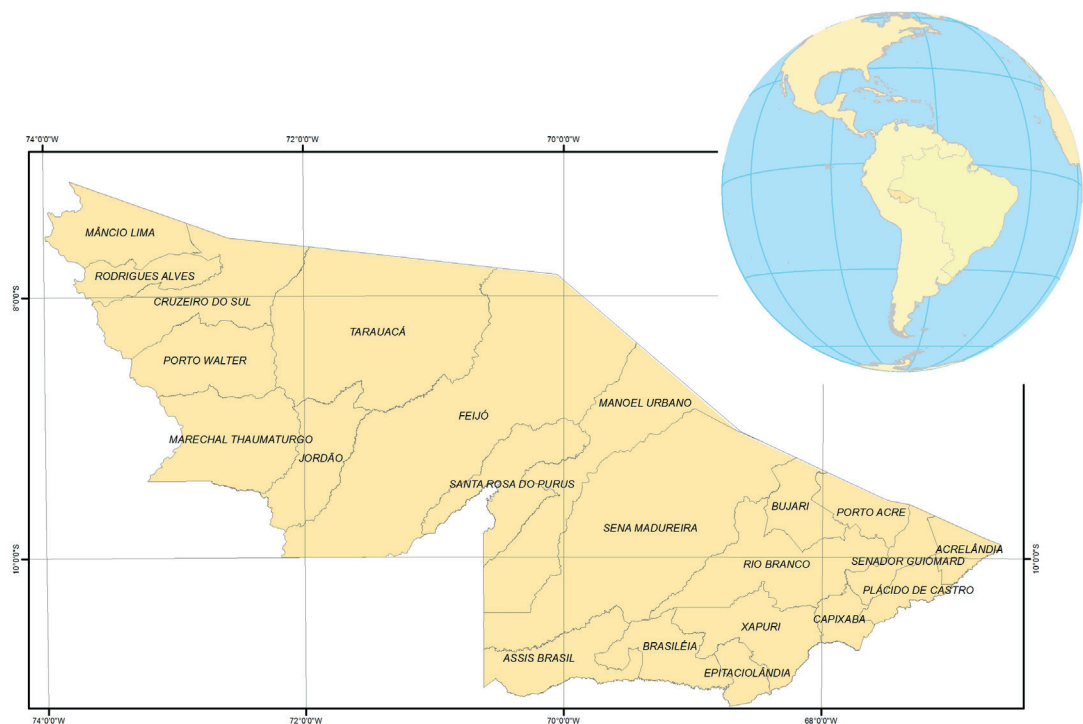


Figura 1. Localização do Acre no Brasil e mundo e sua divisão político-administrativa.

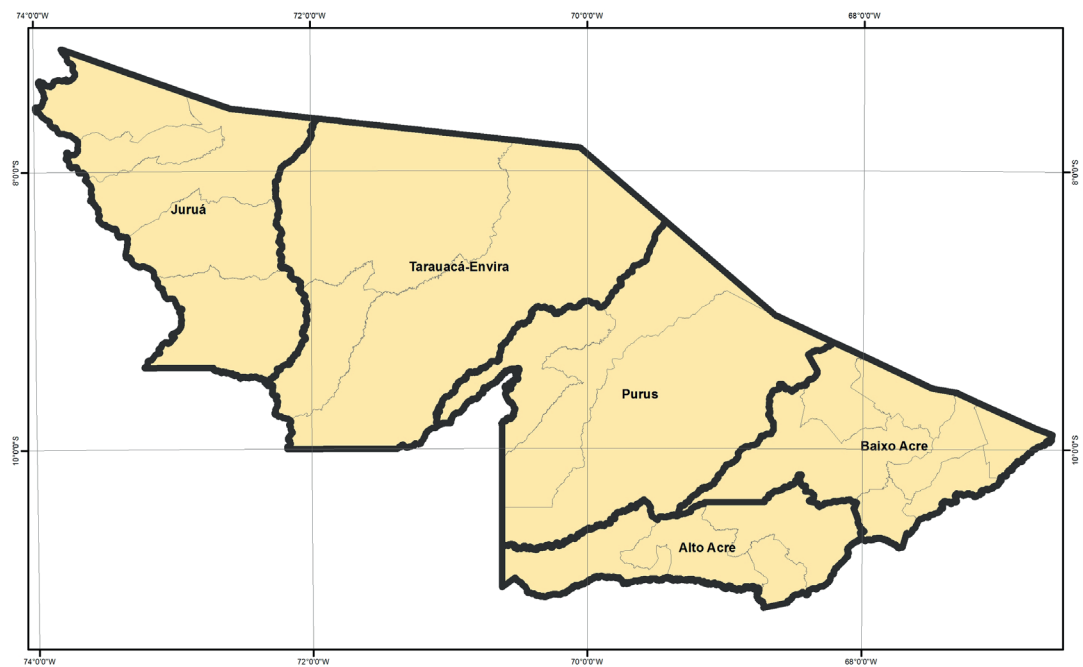
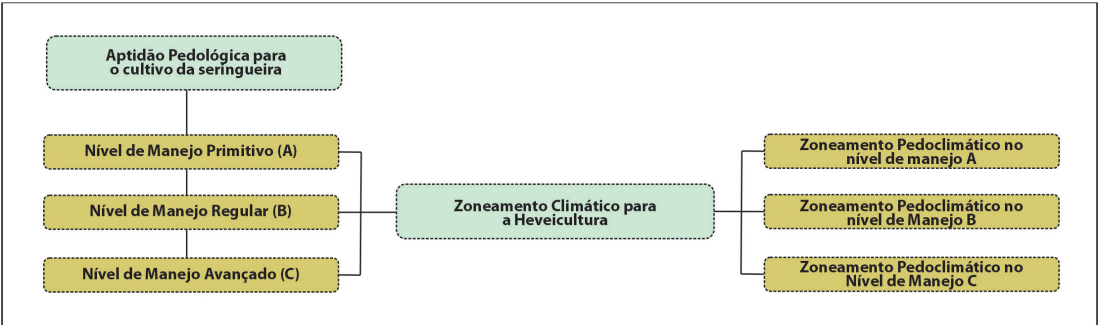


Figura 2. Divisão territorial do estado do Acre por regionais de desenvolvimento.



**Figura 3.** Fluxograma metodológico da estratificação do estado para o zoneamento pedoclimático a partir de dois planos de informação (solos e clima).

**Tabela 1.** Aptidão climática, aptidão pedológica e descrição das zonas pedoclimáticas para a cultura da seringueira.

ZPC <sup>(1)</sup>	Clima	Solo	Descrição
1	Preferencial	Preferencial	Clima e solos preferenciais
2	Preferencial	Recomendado	Clima preferencial e solos recomendados
3	Preferencial/restrito	Preferencial	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais
4	Preferencial/restrito	Recomendado	Clima preferencial/restrito e solos recomendados
5	Restrito	Preferencial	Clima restrito e solos preferenciais
6	Restrito	Recomendado	Clima restrito e solos recomendados
7	Preferencial	Pouco recomendado	Clima preferencial e solos pouco recomendados
8	Preferencial/restrito	Pouco recomendado	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados
9	Restrito	Pouco recomendado	Clima restrito e solos pouco recomendados

<sup>(1)</sup>ZPC = Zona pedoclimática.

## Resultados e discussão

Os resultados permitem vislumbrar a distribuição do potencial e das restrições climáticas e pedológicas em todo o estado do Acre. A análise espacial foi realizada a partir da delimitação das cinco regionais do estado:

### a) Regional do Alto Acre

A Regional do Alto Acre é constituída pelos municípios de Assis Brasil, Brasileia, Epitaciolândia e Xapuri, ocupando 9,7% do território acreano. Até o ano de 2016 já foram convertidos nessa regional 26,4% do território que corresponde a 419.524 ha.

Analisando a distribuição de terras aptas no nível de manejo A, Brasileia é o município que apresenta maiores extensões com solos aptos e clima adequado (considerando os níveis altos de ocorrência do mal das folhas em todo o estado do Acre). São 100.500,9 ha de áreas adequadas para o cultivo da seringueira que representam 68,9% das áreas desmatadas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Alto Acre no nível de manejo A.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Assis Brasil	1	Clima e solos preferenciais	18.214,6	56,79
	2	Clima preferencial e solos recomendados	2.861,0	8,92
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	395,3	1,23
	5	Clima restrito e solos preferenciais	21,3	0,07
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	10.497,2	32,73
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	82,7	0,26
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	1,4	0,00
<b>Total</b>			<b>32.073,5</b>	<b>100,00</b>
Brasileia	1	Clima e solos preferenciais	100.500,9	68,92
	2	Clima preferencial e solos recomendados	24.625,6	16,89
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	576,1	0,40
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	78,1	0,05

Continua...

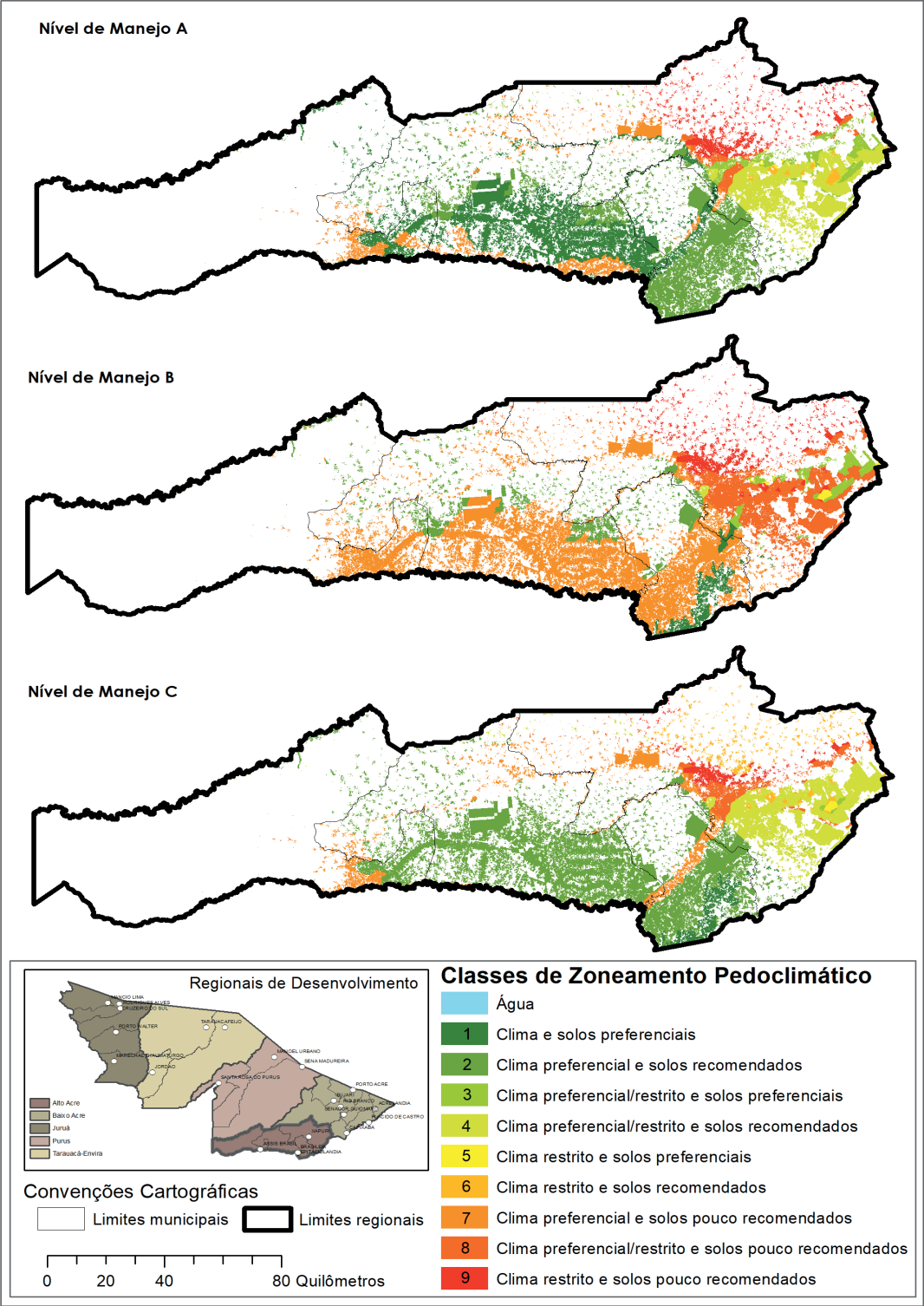
Tabela 2. Continuação.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	19.858,3	13,62
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	187,6	0,13
<b>Total</b>			<b>145.826,7</b>	<b>100,00</b>
Epitaciolândia	1	Clima e solos preferenciais	11.637,9	13,38
	2	Clima preferencial e solos recomendados	74.181,0	85,31
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	1.132,5	1,30
<b>Total</b>			<b>86.951,4</b>	<b>100,00</b>
Xapuri	0	Água	27,7	0,02
	1	Clima e solos preferenciais	5.754,1	3,72
	2	Clima preferencial e solos recomendados	13.353,7	8,63
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	20.811,8	13,46
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	65.187,0	42,15
	5	Clima restrito e solos preferenciais	671,6	0,43
	6	Clima restrito e solos recomendados	3.604,8	2,33
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	10.101,9	6,53
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	10.849,1	7,01
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	24.310,7	15,72
<b>Total</b>			<b>154.672,4</b>	<b>100,00</b>

O município de Assis Brasil apresenta a segunda maior extensão de terras com solos e clima aptos para o cultivo da seringueira com 18.214,6 ha (56,8% da área desmatada), seguido de Epitaciolândia (11.637,9 ha que representam 13,4% da área já convertida) e Xapuri (5.754,1 ha que representam 3,7% da área desmatada até 2016).

Considerando as restrições de solo e clima (a partir da zona 5 do zoneamento pedoclimático), o município que apresenta maior extensão de áreas inadequadas é Assis Brasil (33,1% da área desmatada), seguido de Xapuri (32,0% da área desmatada), Brasileia (13,7% da área desmatada) e Epitaciolândia (1,3% da área desmatada).

As áreas desmatadas ocupam, prioritariamente, o setor sul e leste da Regional do Alto Acre (Figura 4) e há uma diferenciação significativa das zonas relacionadas ao nível tecnológico adotado em função das características de difícil correção.



**Figura 4.** Zoneamento pedoclimático para o cultivo da seringueira nos níveis de manejos A, B e C na Regional do Alto Acre, estado do Acre.



No nível de manejo B que é caracterizado pela adoção de práticas agrícolas as quais refletem um nível tecnológico intermediário e baseia-se em modesta aplicação de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, o município de Epitaciolândia (Tabela 3) apresentou maiores extensões de terras com clima e solos preferenciais (16.135,4 ha que representam 18,56% da área desmatada até o ano de 2016).

Nesse nível de manejo as práticas agrícolas incluem calagem e adubação, tratamentos fitossanitários simples e mecanização para desbravamento e preparo inicial do solo, e o município de Xapuri apresentou 1.741,5 ha de área com clima e solos preferenciais (1,1% da área desmatada). Os municípios de Brasileia e Assis Brasil não apresentaram, em seus territórios, a zona 1 que seria a de maior potencial de cultivo nesse nível de manejo.

As maiores áreas com restrição estão nesse nível de manejo. Xapuri apresentou 84,6% das áreas desmatadas com características desfavoráveis ao cultivo, Brasileia 83,0%, Assis Brasil 82,3% e Epitaciolândia 70,2% das áreas desmatadas com características de clima e solos desfavoráveis.

Considerando o nível de manejo C que está baseado em práticas agrícolas as quais refletem um alto nível tecnológico e se caracteriza pela aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras, a Regional do Alto Acre (Tabela 4) apresenta no município de Epitaciolândia a melhor mancha de clima e solos aptos, com uma área de 15.019,4 ha (17,3% da área desmatada até 2016). O município de Xapuri apresentou 234,8 ha de área com clima e solos aptos.

Os municípios de Assis Brasil e Brasileia não apresentam áreas na zona pedoclimática 1 para o nível de manejo avançado. Porém, esses dois municípios possuem grandes extensões na zona pedoclimática 2 (clima preferencial e solos recomendados), com Assis Brasil apresentando uma área de 21.922,5 ha (68,4% da área desmatada) e Brasileia uma área de 132.218,7 ha (90,7% da área desmatada).

#### b) Regional do Baixo Acre

A Regional do Baixo Acre é constituída pelos municípios de Acrelândia, Bujari, Capixaba, Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco e Senador Guimard, ocupando 13,5% do território acreano. O desmatamento na regional, até o ano de 2016, atinge 44,4% do território que corresponde a 988.212,1 ha.

**Tabela 3.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Alto Acre no nível de manejo B.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Assis Brasil	2	Clima preferencial e solos recomendados	5.508,4	17,17
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	152,6	0,48
	6	Clima restrito e solos recomendados	8,7	0,03
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	26.064,5	81,26
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	325,4	1,01
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	14,0	0,04
<b>Total</b>			<b>32.073,5</b>	<b>100,00</b>
Brasileia	2	Clima preferencial e solos recomendados	24.729,4	16,96
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	78,1	0,05
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	120.255,5	82,46
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	763,7	0,52
<b>Total</b>			<b>145.826,7</b>	<b>100,00</b>
Epitaciolândia	1	Clima e solos preferenciais	16.135,4	18,56
	2	Clima preferencial e solos recomendados	9.783,9	11,25
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	61.032,1	70,19
<b>Total</b>			<b>86.951,4</b>	<b>100,00</b>
Xapuri	0	Água	27,7	0,02
	1	Clima e solos preferenciais	1.741,5	1,13
	2	Clima preferencial e solos recomendados	5.700,3	3,69
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	15.402,4	9,96
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	1.009,1	0,65
	5	Clima restrito e solos preferenciais	1.928,6	1,25
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	21.767,9	14,07
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	80.436,3	52,00
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	26.658,5	17,24
<b>Total</b>			<b>154.672,4</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 4.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Alto Acre no nível de manejo C.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Assis Brasil	2	Clima preferencial e solos recomendados	21.922,5	68,4
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	380,2	1,2
	6	Clima restrito e solos recomendados	18,3	0,1
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	9.650,4	30,1
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	97,8	0,3
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	4,4	0,0
<b>Total</b>			<b>32.073,5</b>	<b>100,00</b>
Brasileia	2	Clima preferencial e solos recomendados	132.218,7	90,7
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	654,2	0,4
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	12.766,2	8,8
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	187,6	0,1
<b>Total</b>			<b>145.826,7</b>	<b>100,00</b>
Epitaciolândia	1	Clima e solos preferenciais	15.019,4	17,3
	2	Clima preferencial e solos recomendados	63.722,4	73,3
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	8.209,5	9,4
<b>Total</b>			<b>86.951,4</b>	<b>100,00</b>
Xapuri	0	Água	27,7	0,0
	1	Clima e solos preferenciais	234,8	0,2
	2	Clima preferencial e solos recomendados	13.498,8	8,7
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	1.603,7	1,0
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	74.371,1	48,1
	5	Clima restrito e solos preferenciais	1.172,3	0,8
	6	Clima restrito e solos recomendados	14.803,4	9,6
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	15.476,1	10,0
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	20.873,0	13,5
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	12.611,5	8,2
<b>Total</b>			<b>154.672,4</b>	<b>100,00</b>

Analisando a distribuição de terras aptas no nível de manejo A, os municípios da Regional do Baixo Acre não possuem grandes extensões na zona pedoclimática 1, apenas Rio Branco apresentou uma pequena área de 9,1 ha (Tabela 5). Isso ocorre em função das condições climáticas locais que caracterizam uma maior susceptibilidade ao mal das folhas, que requer o uso de clones resistentes para permitir cultivos mais produtivos. Dessa forma, nessa regional as melhores áreas estão nas zonas pedoclimáticas 4 e 5 (de clima preferencial/restrito e solos recomendados e zona de clima restrito e solos preferenciais), que estão em maiores áreas nos municípios de Rio Branco (159.328,8 ha ocupando 54,2% da área desmatada), Porto Acre (75.333,2 ha, ocupando 55,2% da área desmatada) e Bujari (60.677,1 ha, ocupando 45,8% da área desmatada).

**Tabela 5.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Baixo Acre no nível de manejo A.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Acrelândia	0	Água	0,0	0,00
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	36.332,8	30,08
	5	Clima restrito e solos preferenciais	16.456,0	13,62
	6	Clima restrito e solos recomendados	65.907,5	54,56
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	1.866,2	1,54
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	233,2	0,19
<b>Total</b>			<b>120.795,7</b>	<b>100,00</b>
Bujari	5	Clima e solos preferenciais	60.677,1	45,80
	6	Clima preferencial e solos recomendados	1.018,1	0,77
	9	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	70.781,2	53,43
<b>Total</b>			<b>132.476,4</b>	<b>100,00</b>
Capixaba	0	Água	2,7	0,00
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	9.944,5	10,64
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	46.025,9	49,24
	5	Clima restrito e solos preferenciais	1.297,9	1,39
	6	Clima restrito e solos recomendados	3.056,1	3,27
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	26.209,7	28,04
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	6937,5	7,42
<b>Total</b>			<b>93.474,2</b>	<b>100,00</b>

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Plácido de Castro	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	27,7	0,07
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	5.754,1	14,40
	6	Clima restrito e solos recomendados	13.353,7	33,43
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	20.811,8	52,10
<b>Total</b>			<b>39.947,3</b>	<b>100,00</b>
Porto Acre	5	Clima restrito e solos preferenciais	75.333,2	55,24
	6	Clima restrito e solos recomendados	35.824,3	26,27
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	25.207,9	18,49
<b>Total</b>			<b>136.365,3</b>	<b>100,00</b>
Rio Branco	0	Água	71,8	0,02
	1	Clima e solos preferenciais	9,1	0,00
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	1.120,6	0,38
	5	Clima restrito e solos preferenciais	159.328,8	54,19
	6	Clima restrito e solos recomendados	41.319,2	14,05
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	62,3	0,02
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	1.739,5	0,59
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	90.379,9	30,74
<b>Total</b>			<b>294.031,0</b>	<b>100,00</b>
Senador	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	220,2	0,13
Guimard	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	15.599,6	9,12
	5	Clima restrito e solos preferenciais	917,6	0,54
	6	Clima restrito e solos recomendados	128.037,2	74,82
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	1.085,2	0,63
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	25.262,2	14,76
<b>Total</b>			<b>171.122,1</b>	<b>100,00</b>



Em função do processo de ocupação e do tempo de conversão, as áreas desmatadas ocupam grandes extensões da Regional do Baixo Acre (Figura 5), e as áreas com maiores restrições (zonas 8 e 9 no nível de manejo A) estão no município de Rio Branco com 92.119,3 ha (31,3% das áreas desmatadas) e Bujari com 70.781,2 ha (53,4% das áreas desmatadas). Há uma diferenciação significativa das zonas a partir da evolução dos sistemas de manejo adotado.

No nível de manejo B ocorreram as maiores áreas com restrições, uma vez que não se avança em investimento suficiente para corrigir todas as deficiências e o clima é a principal restrição. Considerando as zonas 8 e 9 (clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados e clima restrito e solos pouco recomendados) que representam as áreas com maiores limitações para o cultivo da seringueira, todos os municípios apresentam grandes extensões (Tabela 6). Rio Branco apresenta 218.651,0 ha (74,4% das áreas desmatadas) de áreas com alta restrição de clima e solos para o cultivo da seringueira, Capixaba 115.130,1 ha (77,7% das áreas desmatadas) e Senador Guimard 105.983,0 ha (61,9% das áreas desmatadas).

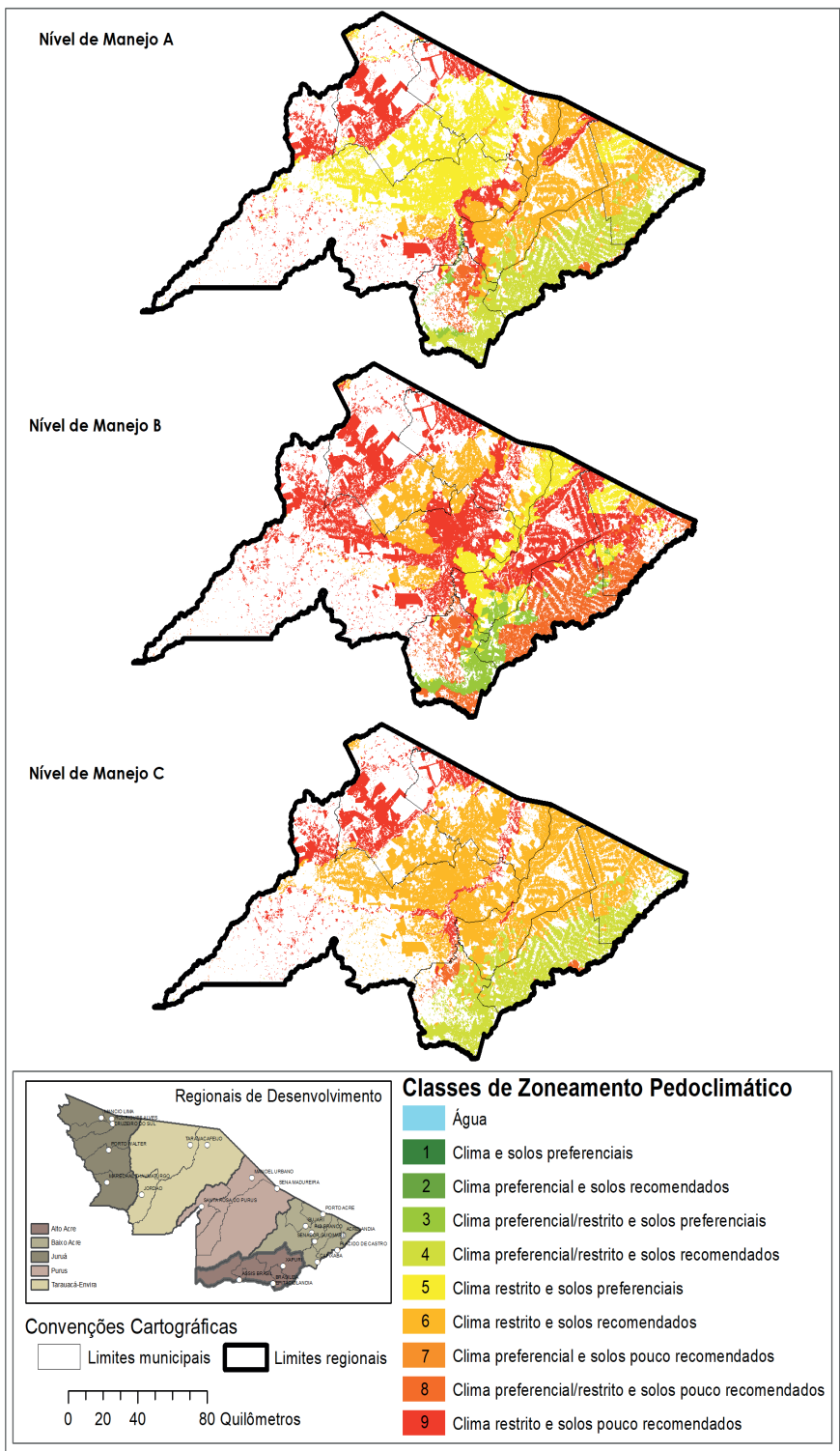


Figura 5. Zoneamento pedoclimático para o cultivo da seringueira nos níveis de manejos A, B e C na Regional do Baixo Acre, estado do Acre.

**Tabela 6.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Baixo Acre no nível de manejo B.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Acrelândia	0	Água	0,0	0,00
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	1.974,4	1,63
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	403,6	0,33
	5	Clima restrito e solos preferenciais	27.403,5	22,69
	6	Clima restrito e solos recomendados	8.285,9	6,86
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	35.821,0	29,65
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	46.907,3	38,83
<b>Total</b>			<b>120.795,7</b>	<b>100,00</b>
Bujari	6	Clima preferencial e solos recomendados	46.999,8	35,48
	9	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	85.476,6	64,52
<b>Total</b>			<b>132.476,4</b>	<b>100,00</b>
Capixaba	0	Água	2,7	0,00
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	36.938,7	39,52
	5	Clima restrito e solos preferenciais	4.216,1	4,51
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	45.241,3	48,40
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	7.075,4	7,57
<b>Total</b>			<b>93.474,2</b>	<b>100,00</b>
Plácido de Castro	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	26.508,1	17,89
	5	Clima restrito e solos preferenciais	6.545,5	4,42
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	93.549,2	63,13
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	21.581,0	14,56
<b>Total</b>			<b>148.183,7</b>	<b>100,00</b>
Porto Acre	5	Clima restrito e solos preferenciais	20.737,2	15,21
	6	Clima restrito e solos recomendados	54.242,9	39,78
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	61.385,3	45,02
<b>Total</b>			<b>136.365,3</b>	<b>100,00</b>
Rio Branco	0	Água	71,8	0,02
	5	Clima e solos preferenciais	22.117,4	7,52
	6	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	53.119,5	18,07
	7	Clima restrito e solos preferenciais	71,4	0,02
	8	Clima restrito e solos recomendados	2.860,1	0,97
	9	Clima preferencial e solos pouco recomendados	215.791,0	73,39
<b>Total</b>			<b>294.031,0</b>	<b>100,00</b>

Continua...

**Tabela 6.** Continuação.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Senador	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	12.239,6	7,15
Guimard	5	Clima restrito e solos preferenciais	52.899,5	30,91
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	4.665,5	2,73
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	101.317,5	59,21
<b>Total</b>			<b>171.122,1</b>	<b>100,00</b>

Nesse nível de manejo há uma mancha de grande potencial que é a da zona pedoclimática 3 (clima preferencial/restrito e solos preferenciais). Essa mancha se distribui nos municípios de Acrelândia (1.974,4 ha), Capixaba (36.938,7 ha), Plácido de Castro (26.508,1 ha) e Senador Guimard (12.239,6 ha). Esses municípios deveriam ser priorizados no programa de heveicultura adotando esse nível de manejo.

Considerando o nível de manejo C o sudeste da Regional do Baixo Acre apresenta o maior potencial com a zona pedoclimática 4 (clima preferencial/restrito e solos recomendados) distribuída nos municípios de Acrelândia (38.199,0 ha), Capixaba (71.841,6 ha), Plácido de Castro (115.349,6 ha), Rio Branco (156,1 ha) e Senador Guimard (16.525,3 ha). Essas áreas (Tabela 7) deveriam ser priorizadas para o plantio da seringueira com alta tecnologia.

#### c) Regional do Purus

A Regional do Purus engloba três municípios (Sena Madureira, Manoel Urbano e Santa Rosa do Purus) e ocupa 24,75% do território acreano. O desmatamento na regional, até o ano de 2016, atinge 6,5% do território que corresponde a 262.709,0 ha.

**Tabela 7.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Baixo Acre no nível de manejo C.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Acrelândia	0	Água	0,0	0,00
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	38.199,0	31,62
	6	Clima restrito e solos recomendados	82.596,7	68,38
<b>Total</b>			<b>120.795,7</b>	<b>100,00</b>
Bujari	6	Clima preferencial e solos recomendados	57.655,2	43,52
	9	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	74.821,2	56,48
<b>Total</b>			<b>132.476,4</b>	<b>100,00</b>
Capixaba	0	Água	2,7	0,00
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	71.841,6	76,86
	6	Clima restrito e solos recomendados	9.935,0	10,63
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	10.338,4	11,06
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	1.356,5	1,45
<b>Total</b>			<b>93.474,2</b>	<b>100,00</b>
Plácido de Castro	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	115.349,6	77,84
	6	Clima restrito e solos recomendados	28.126,5	18,98
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	4.707,6	3,18
<b>Total</b>			<b>148.183,7</b>	<b>100,00</b>
Porto Acre	6	Clima restrito e solos recomendados	104.655,9	76,75
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	31.709,4	23,25
<b>Total</b>			<b>136.365,3</b>	<b>100,00</b>
Rio Branco	0	Água	71,8	0,02
	2	Clima preferencial e solos recomendados	9,1	0,00
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	156,1	0,05
	6	Clima restrito e solos recomendados	229.954,4	78,21
	7	Clima restrito e solos preferenciais	62,3	0,02
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	2.703,9	0,92
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	61.073,4	20,77
<b>Total</b>			<b>294.031,0</b>	<b>100,00</b>

Continua...



**Tabela 7.** Continuação.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Senador Guimard	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	16.525,3	9,66
	6	Clima restrito e solos recomendados	152.177,0	88,93
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	379,8	0,22
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	2.040,0	1,19
<b>Total</b>			<b>171.122,1</b>	<b>100,00</b>

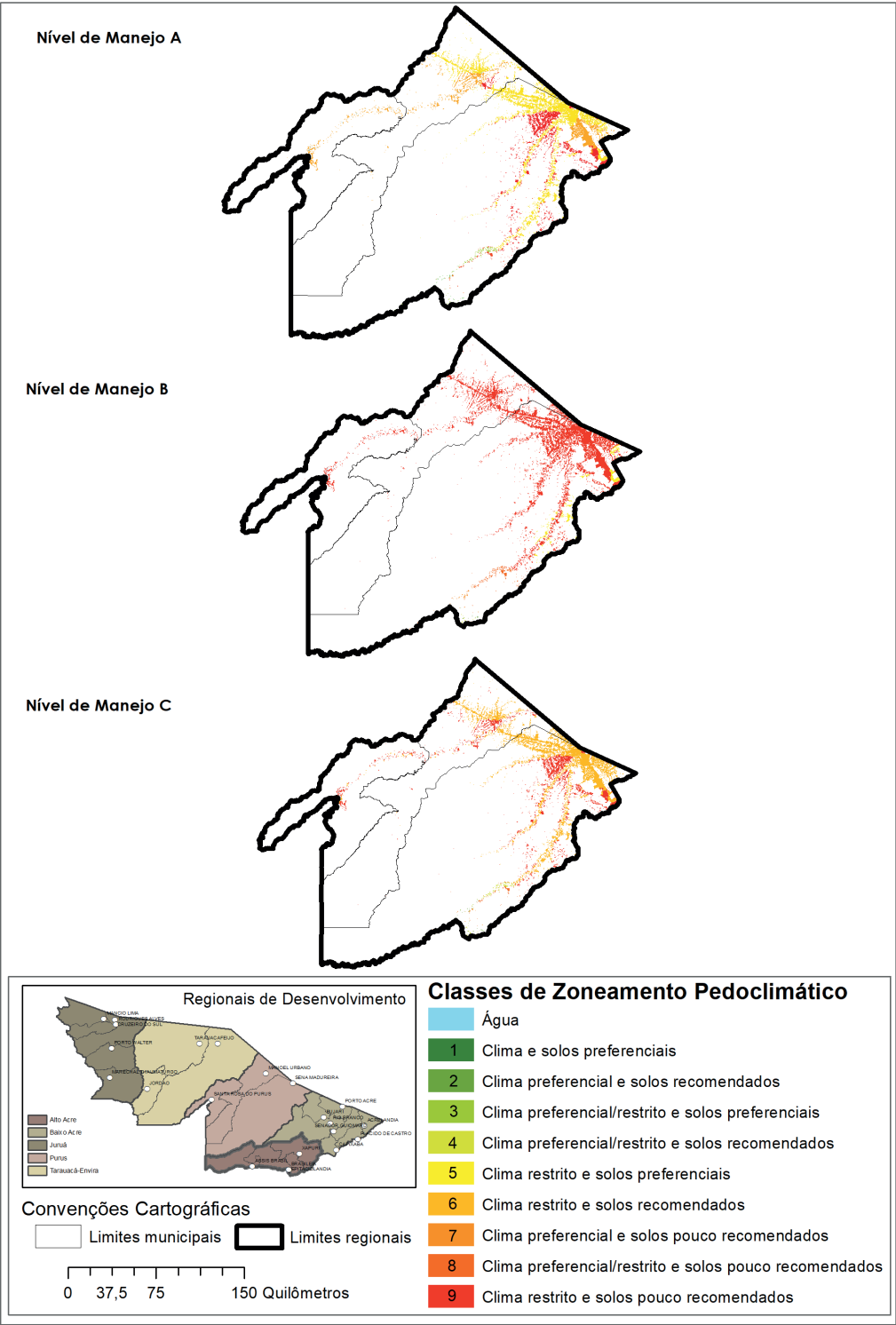
Considerando o nível de manejo A, dos municípios da Regional do Purus, apenas Sena Madureira apresenta áreas na zona pedoclimática 1 (solos e clima preferenciais), em uma extensão de 2.630,4 ha, que correspondem a 1,3% do total de área desmatada até 2016 (Tabela 8). O município de Manoel Urbano apresenta a zona pedoclimática 5 (clima restrito e solos preferenciais) como as áreas de melhor potencial, ressaltando-se que, embora os solos sejam preferenciais, o clima é restrito em função das condições propícias à ocorrência do mal das folhas. Essa zona ocupa 55,3% das áreas desmatadas do município. Em Santa Rosa do Purus a zona pedoclimática 5 ocupa apenas 2,8% das áreas desmatadas que correspondem a 304,3 ha.

Em função do tempo de conversão da floresta e do processo de asfaltamento da BR-364, nessa regional o desmatamento se concentra no eixo da BR-364, no entorno do município de Sena Madureira e Manoel Urbano e nas margens dos rios Iaco e Purus, e as áreas desmatadas ocupam grandes extensões da Regional do Purus (Figura 6). É uma regional que apresenta grandes restrições, principalmente climáticas, que são as maiores com um nível de manejo B, uma vez que ações intermediárias não conseguem corrigir ou eliminar essas restrições.

**Tabela 8.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Purus no nível de manejo A.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Manoel Urbano	0	Água	490,0	1,00
	5	Clima restrito e solos preferenciais	27.076,3	55,23
	6	Clima restrito e solos recomendados	18.645,2	38,03
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	2.812,3	5,74
<b>Total</b>			<b>49.023,8</b>	<b>100,00</b>
Santa Rosa do Purus	0	Água	590,0	5,52
	5	Clima restrito e solos preferenciais	304,3	2,85
	6	Clima restrito e solos recomendados	9.797,4	91,64
<b>Total</b>			<b>10.691,7</b>	<b>100,00</b>
Sena Madureira	0	Água	55,2	0,03
	1	Clima e solos preferenciais	2.630,4	1,30
	2	Clima preferencial e solos recomendados	259,5	0,13
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	4.086,8	2,01
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	142,5	0,07
	5	Clima restrito e solos preferenciais	110.050,7	54,21
	6	Clima restrito e solos recomendados	25.047,2	12,34
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	328,1	0,16
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	2.575,2	1,27
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	57.817,9	28,48
<b>Total</b>			<b>202.993,6</b>	<b>100,00</b>

Considerando a adoção de práticas agrícolas que refletem um nível tecnológico intermediário (nível de manejo B), os municípios de Santa Rosa do Purus e Manoel Urbano não possuem zonas pedoclimáticas adequadas, uma vez que toda a sua extensão está inserida na zona pedoclimática 9 (Tabela 9). Em Sena Madureira as zonas pedoclimáticas 2 e 4 (aquelas com melhores condições pedoclimáticas identificadas) representam 0,39% da área desmatada até 2016 (798,5 ha) e deveriam ser priorizadas para plantios no município utilizando esse nível de manejo.



**Figura 6.** Zoneamento pedoclimático para o cultivo da seringueira nos níveis de manejos A, B e C na Regional do Purus, estado do Acre.

**Tabela 9.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Purus no nível de manejo B.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Manoel Urbano	0	Água	490,0	1,00
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	48.533,8	99,00
<b>Total</b>			<b>49.023,8</b>	<b>100,00</b>
Santa Rosa do Purus	0	Água	590,0	5,52
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	10.101,7	94,48
<b>Total</b>			<b>10.691,7</b>	<b>100,00</b>
Sena Madureira	0	Água	55,2	0,03
	2	Clima preferencial e solos recomendados	286,4	0,14
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	512,2	0,25
	6	Clima restrito e solos recomendados	16.545,7	8,15
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	2.931,6	1,44
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	6.292,4	3,10
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	176.370,2	86,88
<b>Total</b>			<b>202.993,6</b>	<b>100,00</b>

Considerando o nível de manejo C os municípios de Manoel Urbano e Santa Rosa do Purus apresentam a zona pedoclimática 6 como a de melhor aptidão climática e pedológica (clima restrito e solos recomendados) que ocupa 67,1% da área desmatada em Manoel Urbano e 17,2% em Santa Rosa do Purus (Tabela 10). Em Sena Madureira a zona pedoclimática 6 ocupa 66,2% da área desmatada (134.484,8 ha). Nesse município ocorrem áreas de melhor aptidão que correspondem às zonas pedoclimáticas 2 e 4 que ocupam 3,3% das áreas desmatadas até 2016.

**Tabela 10.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Purus no nível de manejo C.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Manoel Urbano	0	Água	490,0	1,00
	6	Clima restrito e solos recomendados	32.881,0	67,07
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	15.652,8	31,93
<b>Total</b>			<b>49.023,8</b>	<b>100,00</b>
Santa Rosa do Purus	0	Água	590,0	5,52
	6	Clima restrito e solos recomendados	1.844,1	17,25
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	8.257,6	77,23
<b>Total</b>			<b>10.691,7</b>	<b>100,00</b>
Sena Madureira	0	Água	55,2	0,03
	2	Clima preferencial e solos recomendados	2.630,4	1,30
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	4.086,8	2,01
	6	Clima restrito e solos recomendados	134.484,8	66,25
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	587,5	0,29
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	2.717,8	1,34
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	58.431,1	28,78
<b>Total</b>			<b>202.993,6</b>	<b>100,00</b>

## d) Regional do Tarauacá-Envira

A Regional do Tarauacá-Envira é formada pelos municípios de Feijó, Tarauacá e Jordão, ocupando 32,6% do território acreano. Até o ano de 2016 já foram desmatados 6,1% da regional, correspondentes a 326.392 ha.

Analisando a distribuição de terras aptas no nível de manejo A (baixo nível tecnológico), o município de Jordão se destaca por apresentar 21,2% da área desmatada com alto potencial para o cultivo da seringueira na zona pedoclimática 1 (com clima e solos preferenciais), que representa 4.026,4 ha (Tabela 11). Em Feijó ocorre uma pequena área na zona pedoclimática 1 com 26,9 ha que correspondem a 0,02% da área desmatada do município e 796,7 ha (0,50% da área desmatada) na zona pedoclimática 2 (clima preferencial e solos recomendados) que apresentam grande potencial de cultivo para a seringueira.

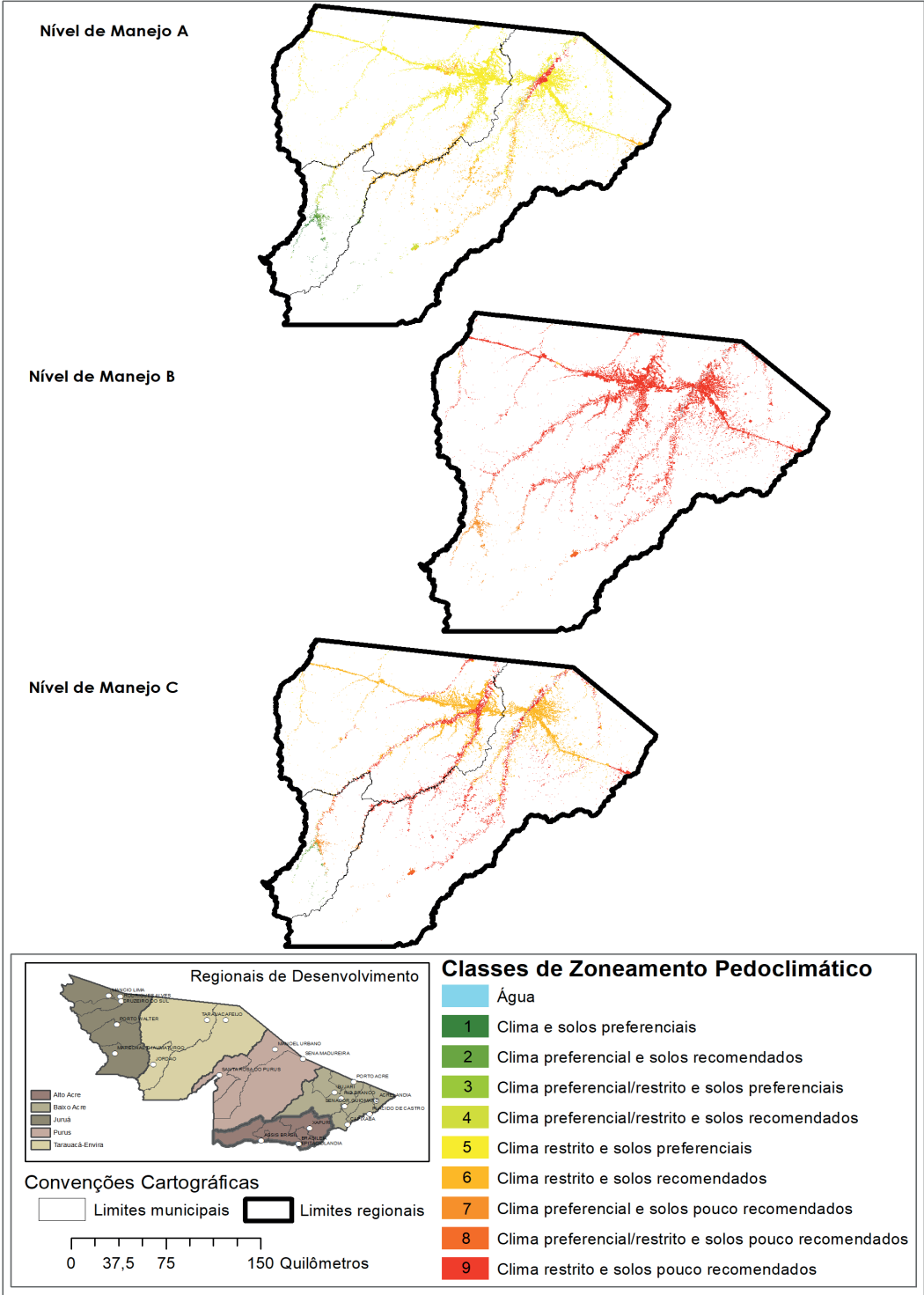


**Tabela 11.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Tarauacá-Envira no nível de manejo A (baixo nível tecnológico).

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Feijó	0	Água	2.096,7	1,33
	1	Clima e solos preferenciais	26,9	0,02
	2	Clima preferencial e solos recomendados	796,7	0,50
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	2,2	0,00
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	3.232,8	2,04
	5	Clima restrito e solos preferenciais	88.799,5	56,17
	6	Clima restrito e solos recomendados	52.839,9	33,42
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	10.299,2	6,51
<b>Total</b>			<b>158.093,8</b>	<b>100,00</b>
Jordão	0	Água	78,7	0,42
	1	Clima e solos preferenciais	4.026,4	21,25
	2	Clima preferencial e solos recomendados	6.050,1	31,93
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	520,9	2,75
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	3.843,1	20,28
	5	Clima restrito e solos preferenciais	752,8	3,97
	6	Clima restrito e solos recomendados	3.674,0	19,39
<b>Total</b>			<b>18.946,0</b>	<b>100,00</b>
Tarauacá	0	Água	503,1	0,34
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	153,6	0,10
	5	Clima restrito e solos preferenciais	130.198,6	87,18
	6	Clima restrito e solos recomendados	18.375,0	12,30
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	122,2	0,08
<b>Total</b>			<b>149.352,5</b>	<b>100,00</b>

O município de Tarauacá, no nível de manejo A, apresenta seu maior potencial em 153,6 ha (0,10% da área desmatada) na zona pedoclimática 3 (clima preferencial/restrito e solos preferenciais).

O desmatamento na Regional do Tarauacá-Envira concentra-se no eixo da BR-364 e às margens dos rios Envira, Tarauacá e Muru. As restrições para o cultivo são maiores à medida que se intensificam as práticas de manejo (Figura 7), em função das restrições de difícil correção, principalmente aquelas ligadas à morfologia e mineralogia do solo, e climáticas.



**Figura 7.** Zoneamento pedoclimático para o cultivo da seringueira nos níveis de manejos A, B e C na Regional do Tarauacá-Envira, estado do Acre.

No nível de manejo B, os municípios da Regional do Tarauacá-Envira apresentam fortes restrições. Apenas Tarauacá apresenta pequenas áreas nas zonas pedoclimáticas 5 e 6, que juntas somam 0,72% da área desmatada no município (Tabela 12).

**Tabela 12.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Tarauacá-Envira no nível de manejo B.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Feijó	0	Água	2.096,7	1,33
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	823,6	0,52
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	3.235,0	2,05
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	151.938,6	96,11
<b>Total</b>			<b>158.093,8</b>	<b>100,00</b>
Jordão	0	Água	78,7	0,42
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	10.076,5	53,19
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	4.364,0	23,03
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	4.426,8	23,37
<b>Total</b>			<b>18.946,0</b>	<b>100,00</b>
Tarauacá	0	Água	503,1	0,34
	5	Clima restrito e solos preferenciais	617,8	0,41
	6	Clima restrito e solos recomendados	456,2	0,31
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	154,00	0,10
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	147.621,8	98,84
<b>Total</b>			<b>149.352,5</b>	<b>100,00</b>

Considerando o nível de manejo C o município de Jordão apresentou o maior potencial com uma extensa área na zona pedoclimática 2 (clima preferencial e solos recomendados) que ocupa 21,2% das áreas desmatadas (4.026,4 ha). O município de Feijó apresenta apenas 49,2 ha na zona pedoclimática 2 (Tabela 13) que correspondem a 0,03% das áreas desmatadas. Ressaltam-se nesse nível tecnológico as altas restrições apresentadas nos três municípios, considerando as zonas pedoclimáticas 8 e 9. Os municípios de Feijó, Jordão e Tarauacá apresentam 98,2%, 46,4% e 98,9%, respectivamente, das áreas desmatadas enquadradas nessas zonas.

**Tabela 13.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Tarauacá-Envira no nível de manejo C.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Feijó	0	Água	2.096,7	1,33
	2	Clima preferencial e solos recomendados	49,2	0,03
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	2,2	0,00
	6	Clima restrito e solos recomendados	88.567,7	56,02
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	774,4	0,49
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	3.232,8	2,04
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	63.370,8	40,08
<b>Total</b>			<b>158.093,8</b>	<b>100,00</b>
Jordão	0	Água	78,7	0,42
	2	Clima preferencial e solos recomendados	4.026,4	21,25
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	520,9	2,75
	6	Clima restrito e solos recomendados	752,8	3,97
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	6.050,1	31,93
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	3.843,1	20,28
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	3.674,0	19,39
<b>Total</b>			<b>18.946,0</b>	<b>100,00</b>
Tarauacá	0	Água	503,1	0,34
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	153,6	0,10
	5	Clima restrito e solos preferenciais	617,8	0,41
	6	Clima restrito e solos recomendados	100.457,2	67,26
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	47.620,8	31,88
<b>Total</b>			<b>149.352,5</b>	<b>100,00</b>

## e) Regional do Juruá

A Regional do Juruá engloba os municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima, Marechal Thaumaturgo, Porto Walter e Rodrigues Alves, ocupando 19,5% do território acreano. Até o ano de 2016 já foram desmatados 7,1% da regional, correspondentes a 226.884 ha.

Os resultados da distribuição de terras aptas no nível de manejo A (baixo nível tecnológico) demonstram que os municípios de Marechal Thaumaturgo e Porto Walter apresentam maior potencial, em ordem decrescente de extensão (Tabela 14). Marechal Thaumaturgo apresenta 46,6% da área desmatada com alto potencial para o cultivo da seringueira na zona pedoclimática 1 (com clima e solos preferenciais), que representa 12.587,8 ha, e em Porto Walter são 816,1 ha que correspondem a 3,96% da área desmatada até 2016.

**Tabela 14.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Juruá no nível de manejo A (baixo nível tecnológico).

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Cruzeiro do Sul	0	Água	1.222,7	1,32
	5	Clima restrito e solos preferenciais	9.833,4	10,61
	6	Clima restrito e solos recomendados	64.590,8	69,68
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	17.054,3	18,40
<b>Total</b>			<b>92.701,2</b>	<b>100,00</b>
Mâncio Lima	5	Clima restrito e solos preferenciais	2.264,0	5,97
	6	Clima restrito e solos recomendados	28.869,9	76,12
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	6.794,2	17,91
<b>Total</b>			<b>37.928,0</b>	<b>100,00</b>
Marechal	0	Água	382,4	1,40
Thaumaturgo	1	Clima e solos preferenciais	12.587,8	46,00
	2	Clima preferencial e solos recomendados	6.033,1	22,05
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	4.669,6	17,07
	5	Clima restrito e solos preferenciais	2.068,9	7,56
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	1.519,8	5,55
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	101,0	0,37
<b>Total</b>			<b>27.362,6</b>	<b>100,00</b>
Porto Walter	0	Água	1.274,6	6,19
	1	Clima e solos preferenciais	816,1	3,96
	2	Clima preferencial e solos recomendados	143,5	0,70
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	656,0	3,18
	5	Clima restrito e solos preferenciais	6.334,5	30,74
	6	Clima restrito e solos recomendados	5.504,2	26,71
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	56,8	0,28

Continua...



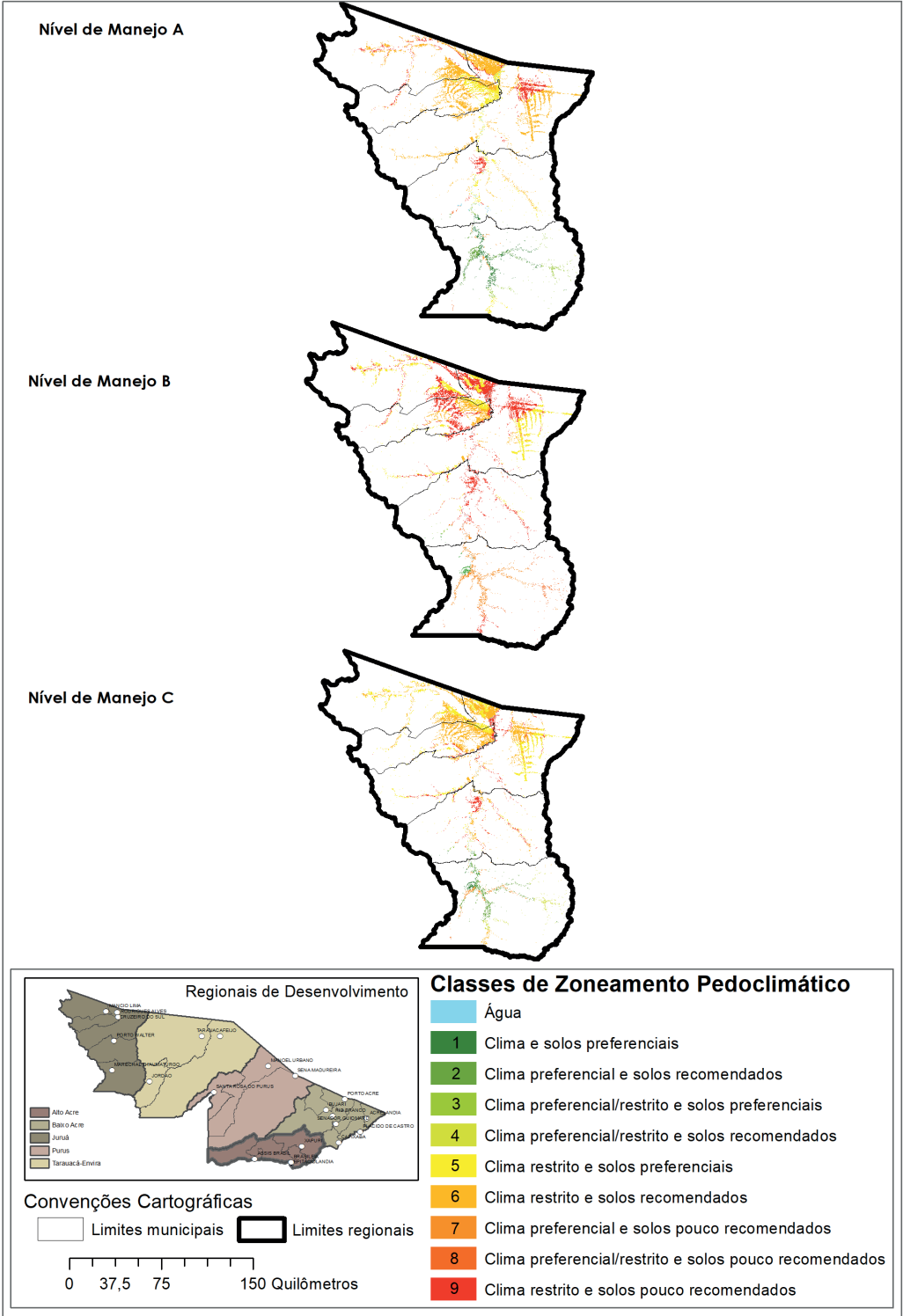
**Tabela 14.** Continuação.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	318,9	1,55
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	5.502,5	26,70
<b>Total</b>			<b>20.607,1</b>	<b>100,00</b>
Rodrigues Alves	0	Água	199,2	0,41
	5	Clima restrito e solos preferenciais	18.410,0	38,13
	6	Clima restrito e solos recomendados	28.479,2	58,98
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	1.197,1	2,48
<b>Total</b>			<b>48.285,5</b>	<b>100,00</b>

Na Regional do Juruá o desmatamento se concentra no eixo da BR-364 e no eixo do Rio Juruá e de seus afluentes (Figura 8). É uma regional que apresenta diversidade de aptidão para o cultivo da seringueira, inclusive com ocorrência de área de boa aptidão no nível de manejo C.

Considerando o nível de manejo B, o município de Marechal Thaumaturgo é o que apresenta maior potencial, com ocorrência de 2.315,4 ha (8,5% do desmatamento atual) na zona pedoclimática 1 (clima e solos preferenciais) que representa uma área com potencial de solos e menores restrições climáticas (Tabela 15). O município de Porto Walter apresenta uma pequena área de 143,5 ha (0,70% do desmatamento municipal) na zona pedoclimática 1.

Todos os municípios possuem áreas com altas restrições, no nível de manejo B, com especial ênfase à zona pedoclimática 9 (clima restrito e solos pouco recomendados) que ocorre em diferentes extensões: Cruzeiro do Sul (53,3% da área desmatada), Mâncio Lima (56,8% da área desmatada), Marechal Thaumaturgo (7,6% da área desmatada), Porto Walter (73,8% da área desmatada) e Rodrigues Alves (44,8% da área desmatada). Essas áreas deveriam ser evitadas para o cultivo da seringueira.



**Figura 8.** Zoneamento pedoclimático para o cultivo da seringueira nos níveis de manejos A, B e C na Regional do Juruá, estado do Acre.

**Tabela 15.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Juruá no nível de manejo B.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Cruzeiro do Sul	0	Água	1.222,7	1,32
	5	Clima restrito e solos preferenciais	34.840,6	37,58
	6	Clima restrito e solos recomendados	7.219,8	7,79
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	49.418,1	53,31
<b>Total</b>			<b>92.701,2</b>	<b>100,00</b>
Mâncio Lima	5	Clima restrito e solos preferenciais	16.320,3	43,03
	6	Clima restrito e solos recomendados	67,7	0,18
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	21.540,0	56,79
<b>Total</b>			<b>37.928,0</b>	<b>100,00</b>
Marechal Thaumaturgo	0	Água	369,3	1,35
	1	Clima e solos preferenciais	2.315,4	8,46
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	17.825,3	65,14
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	4.783,7	17,48
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	2.068,9	7,56
<b>Total</b>			<b>27.362,6</b>	<b>100,00</b>
Porto Walter	0	Água	543,5	2,64
	1	Clima e solos preferenciais	143,5	0,70
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	318,9	1,55
	5	Clima restrito e solos preferenciais	2.056,6	9,98
	6	Clima restrito e solos recomendados	69,1	0,34
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	872,9	4,24
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	1.387,0	6,73
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	15.215,4	73,84
<b>Total</b>			<b>20.607,1</b>	<b>100,00</b>
Rodrigues Alves	0	Água	199,2	0,41
	5	Clima restrito e solos preferenciais	6.763,2	14,01
	6	Clima restrito e solos recomendados	19.679,9	40,76
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	21.643,3	44,82
<b>Total</b>			<b>48.285,5</b>	<b>100,00</b>

Considerando o nível de manejo C o município de Marechal Thaumaturgo apresentou maior potencial com a mesma extensão indicada para o nível de manejo B, mantendo-se para o nível de manejo C na zona pedoclimática 1 (Tabela 16). A dinâmica territorial, associada aos parâmetros pedológicos e climatológicos, condicionou a ocorrência de áreas na zona pedoclimática 2 (clima preferencial e solos recomendados) que no município de Marechal Thaumaturgo ocupam 46% das áreas desmatadas.

Os municípios de Cruzeiro do Sul, Mâncio Lima e Rodrigues Alves apresentam fortes restrições que diminuem as possibilidades de cultivo da seringueira no nível de manejo C, em função principalmente das restrições climáticas.

**Tabela 16.** Distribuição das zonas pedoclimáticas nos municípios da Regional do Juruá no nível de manejo C.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
Cruzeiro do Sul	0	Água	1.222,7	1,32
	5	Clima restrito e solos preferenciais	34.840,6	37,58
	6	Clima restrito e solos recomendados	45.748,4	49,35
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	10.889,5	11,75
<b>Total</b>			<b>92.701,2</b>	<b>100,00</b>
Mâncio Lima	5	Clima restrito e solos preferenciais	16.320,3	43,03
	6	Clima restrito e solos recomendados	21.607,7	56,97
<b>Total</b>			<b>37.928,0</b>	<b>100,00</b>
Marechal	0	Água	369,3	1,35
Thaumaturgo	1	Clima e solos preferenciais	2.315,4	8,46
	2	Clima preferencial e solos recomendados	12.587,8	46,00
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	4.669,6	17,07
	6	Clima restrito e solos recomendados	2.068,9	7,56
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	5237,5	19,14
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	114,1	0,42
<b>Total</b>			<b>27.362,6</b>	<b>100,00</b>
Porto Walter	0	Água	543,5	2,64
	1	Clima e solos preferenciais	143,5	0,70
	2	Clima preferencial e solos recomendados	816,1	3,96
	3	Clima preferencial/restrito e solos preferenciais	318,9	1,55

Continua...

**Tabela 16.** Continuação.

Município	Zoneamento pedoclimático		Área	
	Código	Descrição	ha	%
	4	Clima preferencial/restrito e solos recomendados	655,958	3,18
	5	Clima restrito e solos preferenciais	2.056,6	9,98
	6	Clima restrito e solos recomendados	6.403,6	31,07
	7	Clima preferencial e solos pouco recomendados	56,8	0,28
	8	Clima preferencial/restrito e solos pouco recomendados	731,1	3,55
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	8.880,9	43,10
<b>Total</b>			<b>20.607,1</b>	<b>100,00</b>
Rodrigues Alves	0	Água	199,2	0,41
	5	Clima restrito e solos preferenciais	6.763,2	14,01
	6	Clima restrito e solos recomendados	36.930,1	76,48
	9	Clima restrito e solos pouco recomendados	4.393,0	9,10
<b>Total</b>			<b>48.285,5</b>	<b>100,00</b>

## Considerações finais

O zoneamento pedoclimático tem como objetivos oferecer subsídios técnico-científicos aos gestores municipais, técnicos e produtores rurais para um melhor planejamento da assistência técnica, apoio técnico às políticas públicas; facilitar o acesso à informação multitemática e multiescalar nas tomadas de decisões; contribuir com o aumento da renda da produção e a melhoria da qualidade de vida dos produtores rurais, por meio do uso de áreas já desmatadas e da promoção do desenvolvimento sustentável, considerando a diversidade sistêmica e de ocupação do estado do Acre.

A partir da realização deste estudo, que buscou identificar a aptidão pedoclimática para o cultivo da seringueira no estado do Acre, observou-se que não haverá restrição pedológica e térmica para o seu cultivo nas condições do clima atual, uma vez que nas diferentes regionais do estado ocorreram áreas passíveis de cultivo da seringueira.

A área de solos favoráveis ao cultivo da seringueira é significativa, sendo distribuída de leste a oeste do estado, nas diferentes regionais. No entanto, devido às elevadas precipitações e alta umidade relativa, para que a cultura tenha um desenvolvimento adequado e obtenha



boa produtividade, será necessário o uso de clones resistentes ao mal das folhas, uma vez que todo o território acreano está situado em área de alto risco de ocorrência da doença.

Com a tendência de expansão da cultura no estado do Acre devido a uma demanda crescente no Brasil e no mundo, o zoneamento pedoclimático para a cultura da seringueira poderá auxiliar nas iniciativas de investimentos na heveicultura no Acre, uma vez que, por meio do zoneamento, os empreendedores poderão selecionar localidades mais adequadas à instalação dos cultivos. Além disso, poderá ocorrer a indicação espacial para subsídios à pesquisa e poderão ser traçadas políticas públicas territoriais para a expansão da cultura.

## Referências

- ABUD, E. A. **Pedoambientes e aspectos hidrológicos como base para gestão territorial do município de Xapuri, Acre**. 2011 145 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ACRE (Estado). Secretaria Executiva do Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre. **Base Cartográfica – Escala 1:100.000**. Rio Branco, AC, 2005. 1 CD-ROM.
- ACRE (Estado). Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. **Documento síntese** – Escala 1:250.000. Rio Branco, AC: Sema, 2006. 350 p.
- ACRE (Estado). Instituto de Mudanças Climáticas e Regulação de Serviços Ambientais. Unidade Central de Geoprocessamento do Estado do Acre (UCEGEO). **[Base de dados]**. Rio Branco, AC, 2016.
- ALMEIDA, H. A.; SANTANA, S. O.; SÁ, D. F. Zoneamento edafo-climático para a seringueira do Sudeste da Bahia, com enfoque na incidência do mal-das-folhas. **Revista Theobroma**, v. 17, n. 2, p. 111-124, abr./jun. 1987.
- AMARAL, E. F. do. **Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no estado do Acre, Amazônia Ocidental**. 2007. 185 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ANJOS, L. H.; SILVA, L. M.; WADT, P. G. S.; LUMBRERAS, J. F.; PEREIRA, M. G. (org.). **Guia de Campo da IX Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 204 p.
- ARAÚJO, A. G.; LOPES ASSAD, M. L. Zoneamento pedoclimático por cultura a partir de levantamento de solos de baixa intensidade. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, p. 103-111, 2001.
- BARDALES, N. G.; OLIVEIRA, T. K. de; AMARAL, E. F. do. **Solos e aptidão agroflorestal do município do Bujari, Acre**. Rio Branco, AC: EMBRAPA-CPAF-AC, 2015. 45 p. (EMBRAPA-CPAF-AC. Documentos, 141).
- CAMARGO, A. P. Aptidão climática para heveicultura no Brasil. **Ecossistema**, v. 1, p. 6-14, 1976.
- CAMARGO, A. P.; ALFONSI, R. R.; PINTO CHIARINI, J. V. Zoneamento da aptidão climática para culturas comerciais em áreas de cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 4., Brasília, DF. **Bases para utilização agropecuária**: anais. São Paulo: Edusp; Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. p. 89-105.
- CAMARGO, A. P.; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P. **Zoneamento climático da Heveicultura no Brasil**. Campinas: EMBRAPA-CNPq, 2003. 19 p. (EMBRAPA-CNPq. Documentos, 24).

CAMPANHARO, W. A.; CECÍLIO, R. A.; SPERANDIO, H. V.; JÚNIOR, W. C. J.; PEZZOPANE, J. E. M. Potencial impacto das mudanças climáticas sobre o zoneamento agroclimático para a seringueira no Espírito Santo. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 89, p. 9-19, mar. 2008.

CARVALHO JÚNIOR, W.; CHAGAS, C. S.; PEREIRA, N. R.; STRAUCH, J. C. M. Elaboração de Zoneamentos Agropedoclimáticos por Geoprocessamento: Soja em Municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 379-387, 2003.

CECÍLIO, R. A.; MEDEIROS, S. S.; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; SOUZA, J. A. Zoneamento agroclimático para a heveicultura na parte leste do estado da Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, n. 1, p. 14-17, 2006.

CHAGAS, C. da S.; CARVALHO JÚNIOR, W. de; ZARONI, M. J.; PEREIRA, N. R.; BHERING, S. B. **Zoneamento pedoclimático do Rio Grande do Sul para a cultura da cana-de-açúcar**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 2000. 69 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 39).

CUNHA, T. J. D.; BLACANEUX, P.; FILHO, B. C.; CARMO, C. A. F. D. S. D.; GARCIA, N. C. P.; LIMA, E. M. B. Influência da diferenciação pedológica no desenvolvimento da seringueira no município de Oratórios, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 145-155, 2000.

DUARTE, A. F. Variabilidade e tendências das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 1, p. 37-42, 2005.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965-1978, 2005.

FERREIRA, C. C. M. **Zoneamento agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos, em Minas Gerais**. 158 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

IBGE. **Diagnóstico geoambiental e socioeconômico**. Rio de Janeiro: IBGE: IPEA, 1994. 2 v.

KER, J. C.; RESENDE, M. Recursos edáficos dos cerrados: ocorrência e potencial. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília. **Anais/Proceedings...** Planaltina: Embrapa, 1996. p. 15-19.

MARIN, F. R.; BARRETO JUNIOR, C. E. F. Zoneamento agroclimático da heveicultura no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBAGro, 2005.

NASA. **NASA surface meteorology and solar energy**. 2016. Disponível em: <http://en.openei.org/datasets/node/616>. Acesso em: 12 mar. 2016.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.

ORMSBY, T.; NAPOLEON, E.; BURKE, R.; GROESSL, C. **Getting to know ArcGIS desktop: basics of Arc View, ArcEditor and ArcInfo**. Califórnia: ESRI, 2001. 541 p.

ORTOLANI, A. A.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ALFONSI, R. R.; CAMARGO, M. B. P.; BRUNNI, O. Aptidão agroclimática para regionalização da Heveicultura no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE RECOMENDAÇÕES PARA CLONES DE SERINGUEIRA, 1983, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 1983. p. 19-28.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PILAU, F. G.; MARIN, F. R.; CAMARGO, M. B. P.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S.; BARBARISI, B. F. Zoneamento agroclimático da heveicultura para as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 15, n. 2, p. 161-168, 2007.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. S. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

REIS, A. C. S. **Zoneamento agroclimático para a seringueira em Pernambuco**. 1974. 35 f. Tese (Livre Docência) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SARRAIPA, L. A. dos S. **Banco de dados georreferenciado para zoneamento edafoclimático do Estado de São Paulo**. 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.

SEDIYAMA, G. C.; MELO JUNIOR, J. C. F. de; SANTOS, A. R.; RIBEIRO, A.; COSTA, M. H.; HAMAKAWA, P. J.; COSTA, J. M. N. da; COSTA, L. C. Zoneamento agroclimático do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 501-509, 2001.

SILVA, J. R. T. **Solos do Acre**: caracterização física, química e mineralógica e adsorção de fosfato. 1999. 117 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WADT, P. G. S. **Manejo de solos ácidos do Estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa-CPAF/AC, 2002. 30 p. (EMBRAPA-CPAF/AC. Documentos, 79).





**Acre**

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da Embrapa Acre, localizada em Rio Branco, AC, com a colaboração da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, da Universidade Federal do Acre (Ufac), Campus de Cruzeiro do Sul e de Rio Branco, AC, e com a empresa Plantações Michelin da Bahia Ltda., Ituberá, BA, tem a satisfação de apresentar à sociedade brasileira esta obra de grande relevância para as gerações atual e futura para entenderem o ambiente físico do Acre, onde se encontra inserida a oportunidade de diversificação do uso sustentável da terra por meio do plantio e cultivo de *Hevea brasiliensis*, híbridos e quimeras. As florestas de seringueira constituem fator de produção estratégico de borracha natural em sistemas econômicos, a qual é matéria-prima utilizada em mais de 40 mil produtos essenciais e diferentes no mundo. As informações apresentadas nesta obra contribuem efetivamente para o progresso do Brasil considerando que o conhecimento científico é a maior riqueza de uma nação.

Esta obra proporciona bons momentos de leitura e aprendizagem, desde os prefácios até o conteúdo central cuidadosamente elaborado, contextualizado e ilustrado para interpretação didática.

Nossos sinceros agradecimentos pela oportunidade.

Patrocínio



Apoio



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL